

Diseño Metodológico para la Gestión de Riesgos en la Fase de Preconstrucción y Construcción para los Proyectos de Infraestructura con Contratos de APP en la Gerencia de Planeación y Control.

Mayerli Chacon Muñoz

Trabajo de Aplicación Para optar al Título de:
Magister en Evaluación y Gerencia de Proyectos

Director

Luis Eduardo Becerra Ardila

Profesor Titular, MSC en Administración

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Maestría en Evaluación y Gerencia de Proyectos

Bucaramanga

2023

Dedicatoria

A Dios padre Todopoderoso por darme las habilidades, conocimiento y la perseverancia para cumplir esta meta.

A mis padres, Aliria y Manuel, a mis hermanos Liliana, Cristian, Manuel y Leidy y a mis sobrinos Manuel y Valeria; por ser el pilar fundamental en cada paso de mi vida.

“La educación hace buenos padres, buenos hijos y ciudadanos” – Carlo Magno

Agradecimientos

A la Universidad Industrial de Santander, por una vez más permitirme hacer parte de esta institución.

A mi director de trabajo de grado por su acompañamiento y disposición de todo su conocimiento en el desarrollo del trabajo.

A cada uno de los docentes, por su orientación y disposición para transmitir su conocimiento.

A mis compañeros y amigos Isabel y Jorge por su apoyo, motivación y amistad incondicional.

Tabla de Contenidos

	Pág.
Introducción	16
1. Objetivos	19
1.1. Objetivo General	19
1.2. Objetivos Específicos.....	19
2. Marco De Referencia	20
2.1. Orígenes y Conceptualización Asociación Público-Privada (APP).....	20
2.2. Asociaciones Público-Privada (APPs) en Colombia.....	24
2.2.1. Agencia Nacional de Infraestructura:.....	25
2.2.2. Ley 1508 de 2012.....	25
2.3. Índice INFRASCOPE	27
2.4. Gestión del Riesgo en Concesiones viales bajo el modelo Asociaciones Público-Privada (APPs) en Colombia	32
3. Metodologías en gestión de riesgos	34
3.1. Generalidades.....	34
3.2. Gestión de riesgos basados en la NTC ISO 31000	36
3.2.1. Marco De Referencia	37
3.2.2. Proceso ISO 31000.....	38
3.2.3. Alcance, Contexto y criterios.....	39
3.2.4. Identificación del riesgo.....	40

3.2.4.1. Técnicas y herramientas	40
3.2.5. Análisis del riesgo.....	41
3.2.5.1. Técnicas y herramientas.....	41
3.2.6. Evaluación del riesgo	41
3.2.6.1. Técnicas y herramientas.....	42
3.2.7. Tratamiento del riesgo.....	44
3.2.8. Monitoreo y revisión.....	45
3.2.9. Registro e informe del proceso para la gestión de riesgos	45
3.3. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) - Séptima Edición - Dominio de desempeño de la incertidumbre.....	46
3.3.1. Riesgo General del Proyecto.....	47
3.3.1.1. Amenazas	48
3.3.1.2. Oportunidades	49
3.3.1.3.Reserva para Contingencias y de Gestión.....	50
3.3.1.4. Revisión del Riesgo.....	50
3.3.2. Verificación de resultados.....	51
3.4. Gestión de riesgos basados en la guía del PMBOK (sexta edición)	53
3.4.1.1. Proceso Guía PMBOK.....	53
3.4.1.2. Planificar La Gestión De Riesgos	54
3.4.1.3. Identificar los riesgos	55
3.4.1.4. Análisis cualitativos de riesgos	56
3.4.1.5. Análisis Cuantitativo De Riesgos.....	57

3.4.1.6. Planificar la respuesta De los Riesgos	58
3.4.1.7. Implementar La Respuesta A Los Riesgos	60
3.4.1.8. Monitorear Los Riesgos	61
3.5. IRM's Risk Management Standard / Estándar de gestión de riesgos	63
3.5.1. Identificación de riesgos	64
3.5.1.1. Estratégicos:	65
3.5.1.2. Operacionales:	65
3.5.1.3. Financieros:	65
3.5.1.4. Gestión del conocimiento:	65
3.5.1.5. Cumplimiento:	66
3.5.1.6. Técnicas y herramientas	66
3.5.1.7. Descripción del riesgo	66
3.5.2. Estimación de los riesgos	67
3.5.2.1. Técnicas y herramientas	68
3.5.3. Evaluación de los riesgos	70
3.5.3.1. Técnicas y herramientas	70
3.5.4. Tratamiento de riegos	71
3.5.5. Informe y comunicación de los riesgos	71
3.5.6. Supervisión	72
3.6 Revisión comparativa de metodologías para la gestión de riesgos	72
4. Diagnóstico de factores críticos de los procesos de gestión de proyectos dentro de la Gerencia de Planeación y Control.	74

5. Marco Legal y Estructuras Contractuales de Contratos APP en Colombia	92
5.1. Criterios de aceptación y/o obligaciones contractuales	96
5.2. Comparativo de Dos contratos de Concesión de Infraestructura Vial	116
6. Marco de Trabajo Propuesto para Gestión de riesgos en una App De Infraestructura Vial .	120
6.1. Identificación y registro de Riesgos	122
6.1.1. Riesgos prediales.....	122
6.1.2. Riesgos ambientales	123
6.1.3. Riesgo Político/Social	124
6.1.4. Riesgos por Traslados de redes	125
6.1.5. Riesgos por Diseños	126
6.1.6. Riesgos de Aforo y recaudo	127
6.1.7. Riesgos financieros	128
6.1.8. Riesgos de construcción	130
6.1.9. Riesgos de Operación y mantenimiento (Etapa de Preconstrucción y construcción).....	131
6.1.10. Riesgos reputacionales	131
6.2. Análisis Cualitativo de riesgos y desarrollo diagnóstico de factores críticos de los procesos de gestión de riesgos en proyectos dentro de la Gerencia de Planeación y Control.....	146
6.3. Análisis cuantitativo de riesgos.....	147
6.3.1. Simulación de Monte Carlo	147
6.3.2. Desarrollo.....	149
6.3.3. Análisis de resultados simulación Monte Carlo:.....	155
6.3.4. Actualización del presupuesto:	156

6.4. Planificar la respuesta de los riesgos.....	158
6.5. Implementar la Respuesta de los Riesgos	161
6.6. Monitorear los riesgos.....	163
6.7. Registro del proceso de gestión de riesgos, comunicación e informes	165
7. Conclusiones	167
8. Bibliografía	169
9. Apéndices	172

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Principales modalidades de APP	21
Tabla 2. Esquema típico de distribución de riesgos.....	23
Tabla 3. Aplicabilidad de herramientas usadas para la evaluación del riesgo	42
Tabla 4. Dominio de Desempeño de la Incertidumbre.....	46
Tabla 5. Verificación de Resultados — Dominio de Desempeño de la Incertidumbre	52
Tabla 6. Procesos de gestión de riesgos según guía PMBOK.....	53
Tabla 7. Estructura para la descripción de riesgos según el IRM	67
Tabla 8. Tabla de consecuencias – Amenazas y Oportunidades.....	68
Tabla 9. Tabla de probabilidad de ocurrencia - Amenazas	68
Tabla 10. Tabla de probabilidad de ocurrencia - Oportunidades	69
Tabla 11. Factores clave en la Gerencia de proyectos en proyectos de Construcción.....	80
Tabla 12. Tabla para evaluar los criterios Asociados a los FCE.....	84
Tabla 13. Calculo del Índice de criticidad.....	85
Tabla 14. Escala de Valores para evaluar la criticidad	91
Tabla 15. Obligaciones Contractuales y los Criterios de aceptación	102
Tabla 16. Comparativo de Dos contratos de Concesión de Infraestructura Vial.....	116
Tabla 17. Matriz de Registro de Riesgos	133
Tabla 18. Desglose de actividades, presupuesto y cronograma de subcapítulo de Monitoreos ambientales para análisis Monte Carlo	150

Tabla 19. Intervalos de variación de costo..... 152

Tabla 20. Presupuesto de Monitoreos ambientales actualizado..... 156

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Línea de tiempo – Expedición ley 1508 de 2012	26
Ilustración 2. Resúmenes de países de Infrascopes.....	28
Ilustración 3. Resultado índice Infrascopes para Colombia informe 2022	29
Ilustración 4. Detalle de índice Infrascopes por país	31
Ilustración 5. Marco de referencia ISO 31000	38
Ilustración 6. Procesos gestión riesgos según ISO 31000	39
Ilustración 7. Planificación de riesgos: Entradas, herramientas, técnicas y salidas	55
Ilustración 8. Identificación de riesgos: Entradas, herramientas, técnicas y salidas	56
Ilustración 9. Análisis cualitativo: Entradas, herramientas, técnicas y salidas.....	57
Ilustración 10. Análisis cuantitativo riesgos: Entradas, herramientas, técnicas y salidas	58
Ilustración 11. Planificar la respuesta: Entradas, herramientas, técnicas y salidas	60
Ilustración 12. Implementar la respuesta: Entradas, herramientas, técnicas y salidas	61
Ilustración 13. Monitorear los riesgos: Entradas, herramientas, técnicas y salidas	62
Ilustración 14. Procesos de Gestión de Riesgos – IRM ®.....	64
Ilustración 15. Esquema comparativo de tres Estándares para la Gestión de Riesgos	73
Ilustración 16 Buenas prácticas de Gestión de proyectos implementadas	76
Ilustración 17 Malas prácticas de Gestión de riesgos	78
Ilustración 18 Índice de criticidad - Para la Gerencia de Planeación y Control	90
Ilustración 19 EDT Estructura de Desglose de Trabajo del Proyecto	97

Ilustración 20. Marco De Trabajo Propuesto Para Gestión De Riesgos En Una App De Infraestructura Vial	120
Ilustración 21. Resultados simulación de Montecarlo.....	154
Ilustración 22. Contribución a la Varianza	156
Ilustración 23. Herramientas y técnicas para planificar la Respuesta a los riesgos.....	159
Ilustración 24. Herramientas y Técnicas para Implementar la respuesta de los Riesgos	161
Ilustración 25. Herramientas y Técnicas para monitorear los Riesgos	163

Lista de Apéndices

	pág.
Apéndice 1 EDT Estructura de Desglose de Trabajo del Proyecto para la Evaluación y Análisis de Riesgos.....	173
Apéndice 2 Matriz de Riesgos de Probabilidad/Impacto	174
Apéndice 3 Desglose actividades y cronograma general del paquete de trabajo de Gestión ambiental.....	177

Resumen

Título: Diseño metodológico para la gestión de riesgos en la fase de Preconstrucción y Construcción para los proyectos de infraestructura con contratos de APP en la Gerencia de Planeación y Control*

Autor: Mayerli Chacón Muñoz**

Palabras Clave: Alianza Publico Privada, Gestión de Riesgos, Dirección de Proyectos, Fases de Preconstrucción y Construcción.

Descripción: El desarrollo de este trabajo de Aplicación, consistió inicialmente en la contextualización sobre el origen, desarrollo y estado actual de régimen vigente sobre las Alianzas Publico Privadas APP en Colombia, así mismo, se hace un análisis de los resultados más recientes del índice Infrascopes para Colombia, el cual evalúa la capacidad de los países latinoamericanos para implementar APP sostenibles y eficientes. Continúa con la revisión comparativa de las metodologías más reconocidas a nivel mundial de Gestión de Riesgos, haciendo énfasis en la guía del PMBOK sexta edición, y en su séptima edición específicamente en el Dominio de desempeño de la incertidumbre y la NTC ISO 31000. Así mismo, se realizó el análisis de dos contratos de Concesión vial de cuarta Generación con estructuras APP, de los cuales se analiza su marco contractual, centrado principalmente en las obligaciones de los Concesionarios en las áreas ambiental, social, predial, técnica, jurídica y financiera casi como los requisitos de aceptación en la etapa preoperativa. Basados en lo anterior se propone un marco de trabajo como guía para el proceso de Gestión de riesgos basado en herramientas y técnicas para la identificación, evaluación, planificación, monitoreo y registros de riesgos asociados a este tipo de proyectos viales en sus fases de Preconstrucción y Construcción.

* Trabajo de grado.

** Facultad de Ingenierías Físicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Maestría en Evaluación y Gerencia de Proyectos. Director: Luis Eduardo Becerra Ardila Profesor Titular Magister en Administración.

Abstract

Title: Methodological design for risk management in the Preconstruction and Construction phase for infrastructure projects with APP contracts in the Planning and Control Management *

Author: Mayerli Chacón Muñoz¹

Key Words: Public-Private Alliance, Risk Management, Project Management, Pre-construction and Construction Phases.

Description: The development of this Application work, initially consisted of contextualizing the origin, development and current status of the current regime on APP Public Private Alliances in Colombia, likewise, an analysis of the most recent results of the Infrascopes index for Colombia is made, which evaluates the capacity of Latin American countries to implement sustainable and efficient APPs. It continues with the comparative review of the most recognized Risk Management methodologies worldwide, with emphasis on the PMBOK guide, sixth edition, and its seventh specific edition in the Performance Domain and NTC ISO 31000. Likewise, the analysis of two fourth-generation road concession contracts with APP structures was carried out, of which their contractual framework is analyzed, mainly focused on the obligations of the Concessionaires in the environmental, social, property, technical, legal areas. and financial almost like the acceptance requirements in the preoperative stage. Based on the above, a framework is proposed as a guide for the Risk Management process based on tools and techniques for the identification, evaluation, planning, monitoring, and registers of risks associated with this type of road projects in their Preconstruction and Construction phases.

* Degree Work

¹Faculty of Physicalmechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Master's Degree in Evaluation and Project Management. Director: Luis Eduardo Becerra Ardila Master in Administration.

Introducción

Por medio de la expedición de la Ley 1508 de 2012 se creó un nuevo concepto de Asociación Público – Privada (APP) en Colombia, partiendo de experiencias exitosas de la inclusión de capital privado en los proyectos de infraestructura de transporte y del análisis de profesionales con una visión internacional. especialmente los artículos 4 de la Ley 1508 de 2012 y el artículo 35 del Decreto 1467 de 2012, se abre la posibilidad del manejo de riesgos para este tipo de proyectos, el cual debe ser más flexible y abierto que en los esquemas concesionales, pero a su vez más detallado y riguroso en su formulación. Antes de esta ley, solo existían como referencia en participación privada en infraestructura los contratos de concesión, que si bien son una de las formas de desarrollo de APP, son apenas una de las tantas modalidades que existen en el mundo sobre las mismas, y además, tal como están concebidos en Colombia, carecen de los elementos y características definitorias de una APP; las entidades, por su falta de experiencia, no tenían clara su implementación como mecanismo de financiación e inversión privada de infraestructura y servicios. Sin embargo, el elemento de riesgo fue un factor determinante en las lecciones aprendidas sobre el éxito o fracaso de las concesiones en distintas áreas, y por ello el Estado entendió la importancia de su regulación. De esta manera, surgieron en el país distintas políticas dirigidas a plantear pautas y criterios de manejo de riesgos en las concesiones. Sin embargo, debe entenderse que estas políticas y lineamientos fueron enmarcados en una legislación de contratación estatal todavía muy dirigida a la financiación y participación preponderantemente pública, donde las concesiones constituían el único asomo de APP. (Durán, 2013)

De acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID. 2019) las características principales de las APP en Colombia consisten en su transversalidad, la inversión a largo plazo, el pago por disponibilidad y nivel de servicio, incentivos a las iniciativas privadas, adecuada estructuración y mejora en el diseño institucional. (Jimenez, 2021).

En Colombia las APP son netamente convencionales, esto es, son esquemas contractuales entre el Estado y el socio privado, en cual se plasman las principales obligaciones, derechos y características del proyecto y forma de pago. Dentro de dichos elementos se encuentran, como aspectos preponderantes y esenciales, el elemento de manejo de riesgos, el cual constituye la base del Value for Money (VFM) traducido en eficiencia, eficacia, ahorro y resultados para la Administración Pública. y la herramienta del comparador público privado, lo cual les permitirá a las entidades decidir acerca de la viabilidad del proyecto y determinar el impacto y resultado final. (Durán, 2013)

Durante las últimas décadas en el país se han ejecutado cuatro generaciones de Concesiones viales y actualmente el gobierno nacional través de la Agencia Nacional de Infraestructura – ANI puso en marcha el programa Concesiones del Bicentenario o quinta generación de concesiones (5G). Este es un robusto programa compuesto por dos olas: de la primera hacen parte 14 proyectos multimodales, entre los que hay carreteros, aeroportuarios, fluviales y férreos, los cuales tienen una inversión de 21,79 billones de pesos y generarán más de 600 mil empleos. A la fecha se han adjudicado tres proyectos carreteros de las Concesiones del Bicentenario: Nueva Malla Vial del Valle del Cauca: Accesos Cali-Palmira, ALO Sur y Accesos Norte 2. Igualmente, cinco iniciativas de 5G en proceso de licitación: Troncal del Magdalena 1 (Puerto Salgar-Barrancabermeja), Troncal del Magdalena 2 (Sabana de Torres-Curumaní), y, por último, tenemos la vía Buga-

Buenaventura y los proyectos fluviales: Canal del Dique y App del río Magdalena. Estos últimos tres proyectos avanzan en sus procesos de licitación. (Agencia Nacional de Infraestructura - ANI, 2022).

Con relación a las cuatro generaciones de concesiones viales que se han llevado a cabo en Colombia, la distribución de riesgos en cada generación se ha realizado teniendo en cuenta factores como: la construcción, tráfico, tarifas de peajes, predios, licencias ambientales, régimen tributario, inflación, riesgos de fuerza mayor por daño emergente y/o por lucro cesante y financiación. Se evidencia como aspecto negativo que, debido a los ineficientes métodos para la distribución de riesgos, la competitividad del país estuvo gravemente afectada, pues, al no contar con obras viales terminadas, el acceso a diferentes partes del país se dificultaba, generando como consecuencia el retraso en la economía nacional, sin poder alcanzar el auge nacional. (Savogal, 2022).

Es por esto por lo que lograr identificar y asignar riesgos en la etapa de planeación de estos proyectos de infraestructura vial es una de las principales claves para cumplir los objetivos financieros y socioeconómicos de los actores privados y públicos respectivamente. Este trabajo de aplicación recorrerá las bases de gestión de riesgos bajo el marco de mejores prácticas de Gerencia de Proyectos aplicadas en la contratación de proyectos de infraestructura vial en Colombia, tomando como base los contratos de APP en concesiones 4G, utilizando herramientas cualitativas como cuantitativas que permita obtener una metodología que sirva como guía para la planificación, supervisión e implementación de respuestas a la materialización de riesgos de futuros proyectos.

1 Objetivos

1.1 Objetivo General

Diseñar un marco de trabajo de gestión de riesgos de los proyectos APP para la oficina de la Gerencia de planeación y control, con base en los estándares y buenas prácticas de dirección de proyectos, en procura de mejorar los resultados obtenidos en proyectos de infraestructura.

1.2 Objetivos Específicos

Realizar la consulta y revisión del marco legal y estructuras contractuales de contratos APP en Colombia.

Realizar la consulta y revisión de las metodologías más relevantes en gestión de Riesgos, con base en las buenas prácticas para dirección de proyectos.

Desarrollar un diagnóstico de factores críticos de los procesos de gestión de proyectos dentro de la Gerencia de Planeación y Control, a partir de una revisión de literatura en la WEB.

Realizar una guía metodológica que permita elaborar los planes de gestión de riesgos bajo el marco de mejores prácticas en Gestión de proyectos, tomando como base los contratos APP y las experiencias de concesiones 4G.

2 Marco De Referencia

2.1 Orígenes y Conceptualización Asociación Público-Privada (APP)

Las asociaciones Público-Privadas son un instrumento de vinculación de capital privado, que se materializa en un contrato entre una entidad estatal y una persona natural o jurídica de derecho privado, para la provisión de bienes públicos y de sus servicios relacionados. Dicho contrato involucra la retención y transferencia de riesgos entre las partes y los mecanismos de pago, los cuales están relacionados con la disponibilidad y el nivel de servicio de la infraestructura y/o servicio. (Secretaría distrital de planeación de Bogotá, 2022).

A partir de dos décadas exitosas de experiencia con asociaciones público-privadas (APP) en otras regiones del planeta (Europa y Asia), América Latina empezó a interesarse por sus ventajas para la provisión de infraestructura y servicios públicos de manera integral. En virtud de la incorporación del sector privado, la región ha podido poner en marcha nuevos y novedosos modelos financieros, cuyo diseño, operación y mantenimiento han arrojado resultados positivos para las economías. Si bien la participación del sector privado en proyectos públicos no es nueva, el modelo de APP propone maneras nuevas y ambiciosas metas para la dinámica público-privada tradicional, y la lleva a un campo más amplio, participativo y efectivo para la provisión de infraestructura y servicios públicos. Existen diferentes definiciones y puntos de vista sobre qué es lo que constituye una APP).

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) la define como un “acuerdo entre el gobierno y uno o más socios privados (que puede incluir operadores y financiadores) bajo el cual los socios privados proveen un servicio de manera tal que los objetivos de provisión de servicios del gobierno se encuentren alineados con los objetivos de obtención de

utilidad del sector privado y donde la efectividad depende de una adecuada transferencia de riesgos del sector privado (OCDE, ctd. En: (Alborta Guillermo, 2011)). Por su parte, el Fondo Multilateral de Inversiones (Bloomgarden y Maruyama, 2008) la define como un esquema de colaboración de largo plazo entre una autoridad y el sector privado para la provisión de un servicio público. Para otros organismos más cercanos al modelo británico, una APP se refiere a un esquema contractual entre el sector público y el sector privado en un proyecto compartido (Partnerships UK, ctd. En: (Alborta Guillermo, 2011)).

Tabla 1

Principales modalidades de APP

Modalidad	Descripción	Ejemplos
Contratos de prestación de servicios	Contrato de prestación de un servicio determinado. El Estado mantiene la propiedad y exige un nivel de servicio especificado. Puede haber asignación de riesgos, lo cual depende del esquema contractual.	<ul style="list-style-type: none"> • Contratos de mantenimiento de carreteras por niveles de servicio. • Contratos para la facturación de servicios de agua potable. • Contratos para recolección de impuestos locales.
Contratos de administración	Un bien público es operado y administrado por un agente privado bajo un esquema de riesgo compartido y de utilidades compartidas.	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato de administración de una empresa de agua potable. • Contrato de administración de una cárcel
Concesiones	El Estado concede el derecho al usufructo de un bien (por ejemplo: una carretera, una planta eléctrica) a cambio de un acuerdo económico	<ul style="list-style-type: none"> • Concesiones de carreteras. • Concesiones aeroportuarias.

	entre las partes por un período determinado.	
BOT (Construir-Mantener Operar-Transferir)	La entidad privada se encarga de la construcción y el mejoramiento de un bien, y de su operación, y la propiedad o bien se mantiene con el Estado o vuelve a manos del Estado al final del proceso.	<ul style="list-style-type: none"> • Concesiones de carreteras. • Concesiones aeroportuarias.
Cooperativas	Organizaciones comunitarias se asocian con instituciones públicas para apoyar un bien común.	<ul style="list-style-type: none"> • El gobierno realiza un pago o una contribución a una organización local, basado en indicadores de desempeño.
Asociaciones a riesgo compartido	Los agentes públicos y privados se asocian a través de una compañía mixta o de un vehículo similar, y comparten riesgos, costos y utilidades.	<ul style="list-style-type: none"> • Un gobierno crea una compañía con un propósito específico; por ejemplo, para construir una carretera.

Fuente: Bloomgarden y Maruyama (2008). citado en Alborta Guillermo, Stevenson Claudia, Triana Sergio, 2011, pg 9

Nota: BOT = Build – Operate – Transfer

El esquema de identificación, asignación y distribución de riesgos es inherente a cada contrato y a cada sector, y a la capacidad de cada una de las partes de tomar el riesgo y mitigarlo. El esquema de asignación de riesgos se fundamenta en el supuesto de que cada una de las partes asume los riesgos que tiene mayor capacidad de manejar y mitigar, y en el hecho de que cada una

de las partes tiene asociados los costos reales del proyecto, pues a mayor riesgo y mayor dificultad de mitigación, mayor es el costo asociado del sector privado, como sigue:

Tabla 2

Esquema típico de distribución de riesgos

Tipo de riesgos	Descripción	Sector publico	Sector privado
Riesgos contractuales			
Regulatorios		x	
De fuerza mayor		x	x
De seguros			x
De garantías y obligaciones			x
Riesgos técnicos			
De diseño	Nivel de detalle y costeo de las obras		x
De construcción	Riesgo geológico, disponibilidad de materiales, excesivos costos de construcción.		x
Tecnológicos	Tecnología para la prestación eficiente del servicio.		x
	Obsolescencia tecnológica.		x
De terminación	Lucro cesante	x	x
	Nivel de servicio.		x
De operación	Mantenimiento.		x
	Disponibilidad del bien.		x
	Participación de la comunidad.		x
Ambientales y sociales	Fauna y flora	x	x
	Usos del agua y del suelo		x
Financieros			
Relacionados con el cierre financiero	Disponibilidad de recursos y tiempo.		x
	Requerimientos de capital		x

Tipo de riesgos	Descripción	Sector publico	Sector privado
	Capacidad de pignorar rentas/titularización.		x
De repago	Tasas de interés.		x
	Garantías.		x
	Riesgo de cambio.		x
	Disponibilidad de recursos a largo plazo.		x
	Comerciales		
De demanda	Proyecciones de ingreso.		x
	Proyecciones de usuarios.		x
	Disponibilidad para pagar.		x
	Elasticidad de la demanda	x	x
De competencia	Existencia de opciones.		x
	Monopolio natural.	x	

Fuente: Barbero (2009), BID (2009) y PPIAF & Banco Mundial (base de datos en línea, s/f). Citado en Alborta Guillermo, Stevenson Claudia, Triana Sergio, 2011, pg 10-11

2.2 Asociaciones Público-Privada (APPs) en Colombia

Las Asociaciones Publico Privadas en Colombia fueron pensadas como una solución financiera a los problemas de liquidez del gobierno. Su primer objetivo fue el de impulsar obras de gran envergadura que garantizarán el desarrollo nacional. Como segundo objetivo se buscaba aumentar la inversión privada. En las etapas iniciales del uso de las Concesiones en el país, el gobierno nacional formó el Instituto Nacional de Concesiones – INCO, siguiendo los ejemplos de países como México y Canadá. La función de este era la de centralizar la gestión de las concesiones de infraestructura de transporte (Decreto 1800, 2003). Este funcionó hasta que en el 2011 el país

impulso la inversión privada y se abrió a nuevas formas de inversión privada. Como resultado el INCO sufrió un cambio de alcance y funciones y pasó a llamarse Agencia Nacional de Infraestructura – ANI. (Gonzalez Saavedra, 2019).

2.2.1 Agencia Nacional de Infraestructura:

Misión: La Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) organiza la construcción de diferentes vías en todo el país como carreteras, ferrocarriles, puertos y las vías de los aeropuertos.

Objetivos:

- Tener proyectos de concesión (empresas privadas) para la construcción de diferentes vías de transporte.
- Desarrollar con las empresas privadas proyectos con calidad, teniendo cuidado de los recursos naturales y cumpliendo con las reglas de construcción

Funciones:

- Diseñar proyectos de construcción de vías de transporte. Hacer los estudios necesarios para los proyectos de construcción: técnicos, legales y financieros.
- Vigilar que las empresas privadas cumplan con las tareas que les corresponden.
- Organizar la participación de empresas privadas en el desarrollo de las diferentes vías como carreteras, ferrocarriles, puertos y aeropuertos. (Agencia Nacional de Infraestructura - ANI, 2022)

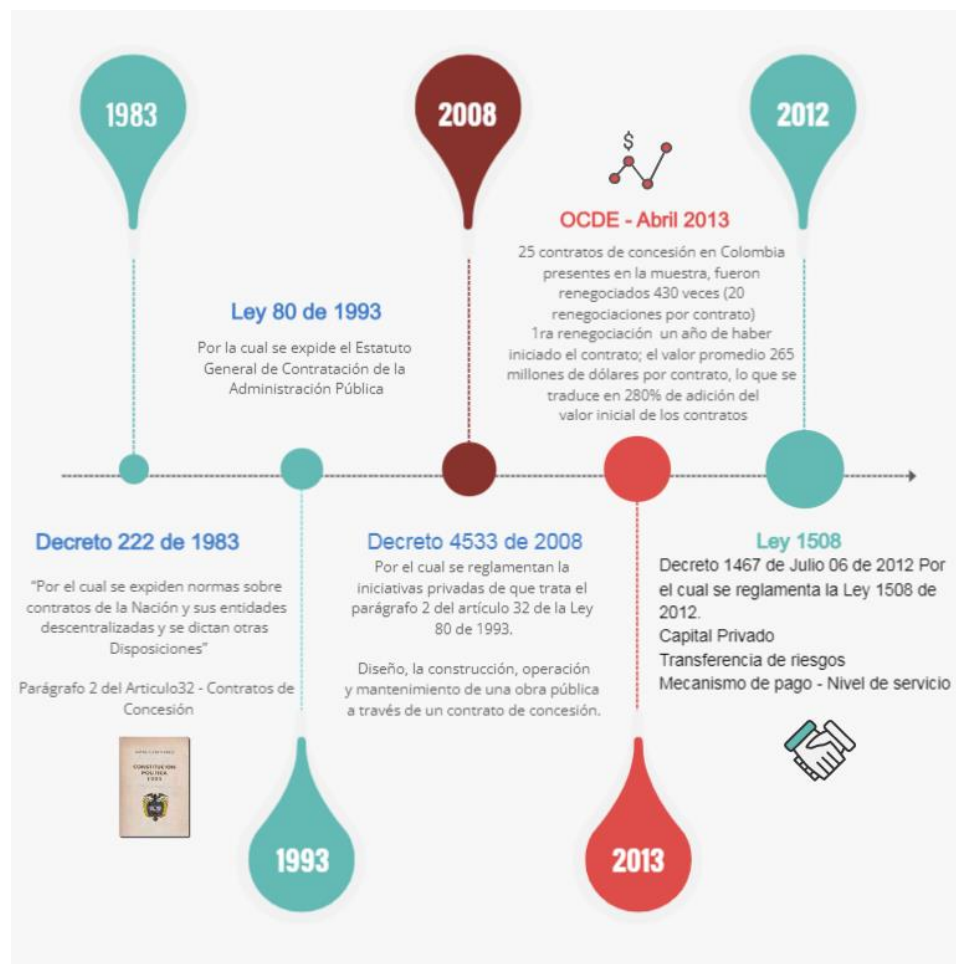
2.2.2 Ley 1508 de 2012

Por medio de la expedición de la Ley 1508 de 2012 se creó un nuevo concepto de Asociación Público – Privada (APP) en Colombia, partiendo de experiencias exitosas de la inclusión de capital privado en los proyectos de infraestructura de transporte y del análisis de

profesionales con una visión internacional. especialmente los artículos 4 de la Ley 1508 de 2012 y el artículo 35 del Decreto 1467 de 2012, se abre la posibilidad del manejo de riesgos para este tipo de proyectos, el cual debe ser más flexible y abierto que en los esquemas concesionales, pero a su vez más detallado y riguroso en su formulación. En la **Ilustración 1** se presentan los antecedentes relacionados con la expedición de la ley que hoy en día es la que regula los contratos de Asociaciones Público Privadas en Colombia.

Ilustración 1

Línea de tiempo – Expedición ley 1508 de 2012



Fuente: Elaboración propia

2.3 Índice INFRASCOPE

El índice Infrascopio es una herramienta de evaluación comparativa que evalúa la capacidad de los países para implementar asociaciones público-privadas (APP) sostenibles y eficientes en sectores clave de infraestructura, principalmente transporte, energía, agua y saneamiento, gestión de residuos sólidos e infraestructura social. Su objetivo es ayudar a los formuladores de políticas a identificar los desafíos para la participación del sector privado en infraestructura que, si se superan, podrían liberar el poder de las APP y respaldar la agenda de desarrollo más amplia (Economist Impact, 2022).

De acuerdo con la más reciente edición del Infrascopio 2021/2022, publicación que evalúa la capacidad de los países para movilizar la inversión privada en infraestructura a través de las APP y que es desarrollada cada dos años por Economist Impact, unidad de análisis del grupo The Economist, y comisionada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Muestra que países de América Latina y el Caribe han dado pasos significativos en la creación de entornos propicios para el desarrollo de asociaciones público-privadas (APP) eficientes y sostenibles en infraestructura. Dos países destacan especialmente, Brasil y Chile, y cinco más muestran un alto rendimiento: Uruguay, Colombia, Perú, Panamá y Costa Rica. Las bases regulatorias e institucionales para el desarrollo de APP están en gran medida ya establecidas en toda la región como se puede ver en la **Ilustración 2**, ahora la atención debe centrarse en mejorar la preparación de proyectos, el financiamiento y la gestión de riesgos (BID, 2022)

Ilustración 2

Resúmenes de países de Infrascopio

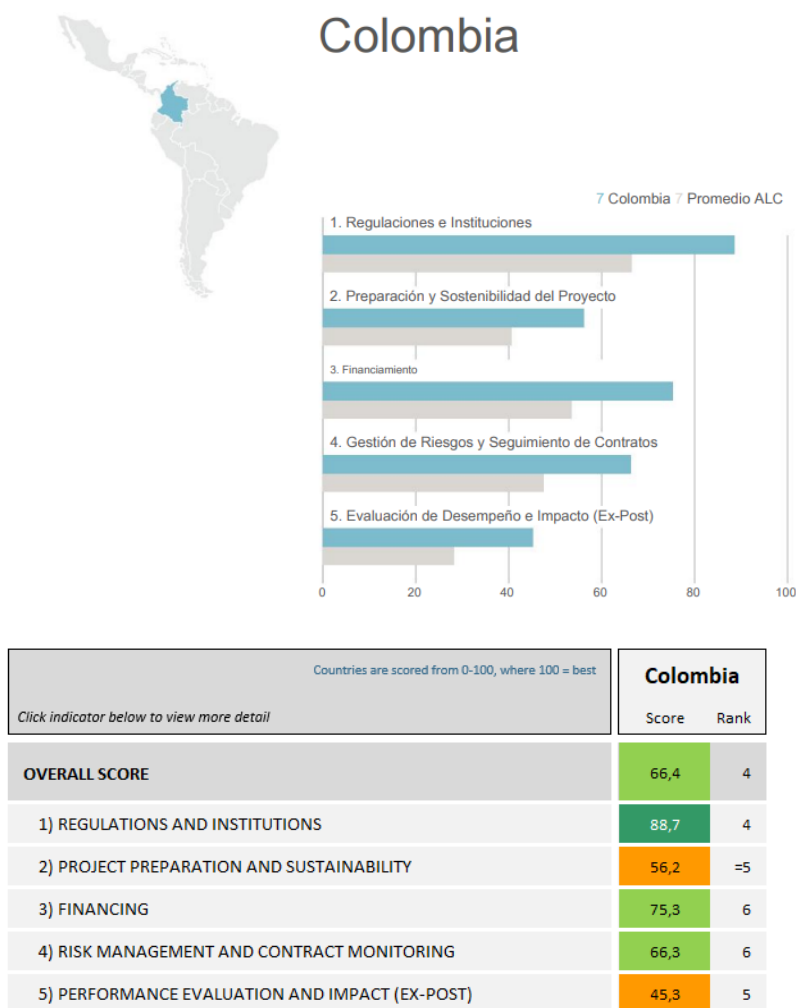


Fuente: (Impact Economist, 2022)

Para el caso de Colombia, se ubica en cuarto lugar seguido de Brasil, Chile y Uruguay con un puntaje general de 64/100, lo que ubica al país en la categoría “Developed/Desarrollado”. Ubicado en Latinoamérica entre los mejores calificados en los cinco (5) componentes que evalúa el índice como se muestra en a continuación:

Ilustración 3

Resultado índice Infrascope para Colombia informe 2022



Fuente: (Impact Economist, 2022), Informe Infrascope 20121/2022

Por otra parte, se puede concluir que Colombia demuestra un sólido desempeño en las cinco categorías del índice. En particular, el país se destaca por su agencia de APP altamente calificada y capaz, el Departamento Nacional de Planeación (DNP), que tiene amplia capacidad para realizar y publicar muchos estudios e informes técnicos, financieros, económicos, estadísticos y metodológicos. La Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) de Colombia. Por último, la Compañía Nacional de Financiamiento para el Desarrollo (FDN) copropiedad del gobierno de Colombia, la Corporación Financiera Internacional (IFC), la Corporación Andina de Fomento (CAF) y Sumitomo Mitsui Banking Corporation (SMBC)—es el único banco de financiamiento de proyectos dedicado exclusivamente a financiar proyectos de infraestructura en Colombia. Estas instituciones sustentan el alto desempeño de Colombia con respecto a la selección, preparación y apoyo de proyectos, para los cuales sus puntajes se encuentran entre los cuatro primeros de la región, como se muestra en la **Ilustración 4**.

Finalmente, Colombia carece de ciertos procesos para la gestión financiera efectiva de los contratos de APP. En particular, no existe un marco que requiera informes regulares sobre los KPI financieros y operativos para las APP activas. Un informe del FMI de 2018 sobre transparencia fiscal señaló deficiencias en las previsiones y la presupuestación debido a la fragmentación del presupuesto, brechas en la transparencia y gestión de proyectos de inversión pública multianuales y prácticas débiles en los indicadores de desempeño para la prestación de servicios. (Economist Impact, 2022)

Ilustración 4

Detalle de índice Infrascopes por país

OVERALL SCORE	1) REGULATIONS AND INSTITUTIONS	2) PROJECT PREPARATION AND SUSTAINABILITY	3) FINANCING	4) RISK MANAGEMENT AND CONTRACT MONITORING	5) PERFORMANCE EVALUATION AND IMPACT (EX-POST)
1 Brazil 76,3	1 Chile 96,4	1 Brazil 80,9	1 Brazil 80,7	1 Chile 74,9	1 Brazil 71,9
2 Chile 75,3	2 Paraguay 94,2	2 Peru 69,4	2 Chile 79,9	2 Brazil 70,3	2 Chile 64,8
3 Uruguay 66,8	3 El Salvador 89,1	3 Mexico 67,5	3 Uruguay 77,1	3 Uruguay 69,4	3 Honduras 55,0
4 Colombia 66,4	4 Colombia 88,7	4 Chile 60,7	4 Peru 76,2	4 Costa Rica 68,8	4 Uruguay 50,3
5 Peru 63,4	5 Panama 87,8	=5 Colombia 56,2	5 Panama 75,6	5 Panama 68,1	5 Colombia 45,3
6 Panama 61,1	6 Dominican Republic 87,7	=5 Costa Rica 56,2	6 Colombia 75,3	6 Colombia 66,3	5 Guatemala 43,5
7 Costa Rica 60,7	7 Uruguay 87,4	7 Jamaica 53,2	7 Mexico 71,0	7 Guatemala 63,5	7 Ecuador 43,2
8 El Salvador 58,1	8 Peru 86,2	8 Uruguay 49,9	8 El Salvador 67,1	8 El Salvador 63,3	8 Jamaica 41,2
9 Guatemala 57,2	9 Jamaica 83,1	9 Argentina 49,8	9 Dominican Republic 66,9	9 Mexico 61,0	9 Costa Rica 39,0
10 Dominican Republic 57,1	10 Guatemala 79,0	10 Guatemala 48,1	10 Costa Rica 66,3	10 Guyana 56,1	10 Dominican Republic 37,8

Fuente: (Impact Economist, 2022), Informe Infrascopes 2021/2022

Durante la presentación del estudio, el presidente del BID Mauricio Claver-Carone señaló: “las Asociaciones Público-Privadas representan una gran oportunidad para expandir mercados, generar empleos, contribuir a la recuperación económica y el crecimiento de la región, ya que fomentan la sostenibilidad, eficiencia e innovación. Por otro lado, el estudio resalta que desarrollar APP de infraestructura de calidad financiera y fiscalmente viable requiere reducir la incertidumbre a través de una asignación de riesgos transparente, consistente y eficiente, así como aplicar las lecciones aprendidas a través del monitoreo continuo del desempeño de los proyectos. (BID, 2022)

Es por lo anterior que la Gestión de Riesgos en contratos Con APP, cobran gran importancia y es necesario desarrollar-.

2.4 Gestión del Riesgo en Concesiones viales bajo el modelo Asociaciones Público-Privada (APPs) en Colombia

Mediante el CONPES 3760 de 2013 El Departamento Nacional de Planeación presentó el documento denominado PROYECTOS VIALES BAJO EL ESQUEMA DE ASOCIACIONES PÚBLICO PRIVADAS: CUARTA GENERACIÓN DE CONCESIONES VIALES en el cual establece los lineamientos de política del programa de cuarta generación de concesiones viales (4G), que se resumen en cuatro componentes principales: Estructuración eficaz para la aceleración de la inversión en infraestructura; procesos de selección que promuevan participación con transparencia; gestión contractual enfocada a resultados; y distribución de riesgos en el programa. (DNP, 2013), Así mismo este documento contiene las lecciones aprendidas de las generaciones anteriores de concesiones y presentan la lista de riesgos para proyectos APP así como una serie de recomendaciones que sirven de base al gobierno para el desarrollo de la cuarta generación de concesiones.

Por su parte, la Cámara Colombiana de Infraestructura – CCI - en su publicación “Los factores que afectan el buen desarrollo de las obras en el país” identifica ocho (8) factores que afectan el buen desarrollo de las obras en el país y complementas estos factores críticos de éxito relacionados anteriormente:

1. Insuficiencia de estudios y diseños de los proyectos
2. Falta de planeación de la infraestructura
3. Deficiencia en la elaboración de los presupuestos para las obras públicas
4. Demoras en el cumplimiento de las obligaciones de la gestión social y ambiental en los proyectos

5. Demoras en la adquisición de predios para los proyectos
6. Ausencia de coordinación interinstitucional
7. Deficiencias en la gestión social con las comunidades
8. Distorsión de las labores de la interventoría

(Cámara Colombiana de Infraestructura y Sociedad Colombiana de Ingenieros, 2010)

En el presente documento se concentra en las APP en la modalidad de concesiones viales y se analizan los riesgos que involucran al sector privado en las etapas de construcción y Preconstrucción.

3 Metodologías en gestión de riesgos

3.1 Generalidades

En Colombia el riesgo está definida dentro de la Norma Técnica Colombiana ISO 31000 como el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos. Siendo el efecto cualquier desviación positiva o negativa de lo esperado, y los objetivos cualquier meta definida por la organización de carácter financiera, ambientales, productividad, ente otros. (NTC-ISO 31000, 2018).

Entre los estándares, metodologías, normas o guías más reconocidos en la gerencia de proyectos, se pueden nombrar:

- ✓ Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) - Séptima Edición
- ✓ Estándar de Grupos de procesos: una guía práctica (2022).
- ✓ El PMBOK 6a edición Guide, PMI (Project Management Institute).
- ✓ Extensión para la Construcción de la Guía del PMBOK® (2016).
- ✓ PRINCE2, 6ta edición OGC (Office of Government Commerce).
- ✓ ICB-IPMA, 4ta edición (International Project Management Association).
- ✓ NTC 31000 de ISO (International Organization for Standardization).
- ✓ IRM's Risk Management Standard / Estándar de gestión de riesgos
- ✓ SCRUM, versión 2020, metodología ágil.

Es importante resaltar que en el decreto 1082 de 2015, se le asigna a Agencia Nacional de Contratación Pública, Colombia Compra Eficiente, CCE, el deber de diseñar e implementar instrumentos estandarizados y especializados por tipo de obra, bien o servicio a contratar, así como cualquier otro manual o guía que se estime necesario o sea solicitados por los partícipes de la

contratación pública, particularmente, un manual para la identificación y cobertura del riesgo. Para tal efecto, CCE elaboro el manual que tiene en cuenta en documento Conpes 3714 del 01 diciembre de 2011 “Del riesgo previsible en el marco de la política de contratación pública” basada en el estándar AS/NZS ISO 31000.

Con el fin de alinear conceptos en el conocimiento de cada herramienta continuación se presenta las principales definiciones, importantes para tener en cuenta en la Evaluación del Riesgo que se desarrolle en cualquier tipo de proyecto.

Probabilidad: (Likelihood) Definido como la probabilidad de que algo suceda (NTC-ISO 31000, 2018).

Impacto: Se define como el resultado de un evento, el cual puede originar efectos positivos o negativos (NTC-ISO 31000, 2018). El Departamento Nacional de Planeación – DNP, en el documento CONPES 3714 lo definió como la medida de la magnitud de las consecuencias monetarias de un evento generador de riesgo sobre el objeto del contrato (DNP, 2013).

Nivel del Riesgo: Definida como la magnitud del riesgo, se puede entender como la combinación de la consecuencia, la probabilidad. Estos niveles de riesgo suelen ser determinados por los propios evaluadores desde un nivel gerencial. La manera visual más usada para determinar un nivel de riesgo es la aplicación de matrices Impacto Probabilidad, las márgenes de aceptación/tolerancia de riesgo son determinadas al nivel gerencial como parte de la estrategia de gestión del riesgo (NTC-ISO 31000, 2018).

3.2 Gestión de riesgos basados en la NTC ISO 31000

La norma NTC-ISO 31000 introducida en Colombia en el año 2011 por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – ICONTEC fue tomada como una copia idéntica de la norma del mismo nombre emitida por el Instituto Internacional de Estandarización en el 2009. Su objetivo fue el de establecer los principios y directrices para la implementación de la gestión del riesgo en una organización.

La norma “ISO 31000:2018. Gestión del Riesgo. Directrices” es una norma fundamental en Risk Management. Se trata de un estándar internacional que establece las directrices para que cualquier tipo de organización, sea cual sea su sector y tamaño, pueda considerar el riesgo como elemento generador de valor. Y es generador de valor porque ayuda a alcanzar los objetivos mediante un pensamiento basado en riesgo para la toma de decisiones. (School, EALDE Business School , 2022)

La NTC ISO 31000 se basa en 11 principios que encajan con toda la estructura y objetivos de la organización y que están relacionadas con las normativas de la implementación de riesgos. Podemos considerar esta norma como una guía de buenas prácticas para las actividades relacionadas con la gestión del riesgo. Entre sus principios, podemos destacar de los siguientes:

1. Crea valor.
2. Está integrada en los procesos de la organización.
3. Forma parte de la toma de decisiones.
4. Trata explícitamente la incertidumbre.
5. Es sistemática, estructurada y adecuada.
6. Está basada en la mejor información posible.

7. Está hecha a medida.
8. Tiene en cuenta factores humanos y culturales.
9. Es transparente e inclusiva.
10. Es dinámica, iterativa y sensible al cambio.
11. Facilita la mejora continua de la organización. (NTC-ISO 31000, 2018)

3.2.1 Marco De Referencia

El propósito del marco de referencia de la gestión del riesgo es asistir a la organización en integrar la gestión del riesgo en todas sus actividades y funciones significativas. La eficacia de la gestión del riesgo dependerá de su integración en la gobernanza de la organización, incluyendo la toma de decisiones. Esto requiere el apoyo de las partes interesadas, particularmente de la alta dirección. El desarrollo del marco de referencia implica integrar, diseñar, implementar, valorar y mejorar la gestión del riesgo a lo largo de toda la organización. La Ilustración 5 Marco de referencia ISO 31000 ilustra los componentes. (EALDE Business School, 2023)

Ilustración 5

Marco de referencia ISO 31000



Fuente: ISO 31000:2018 Gestión de riesgo, tomado de <https://www.iso.org/>

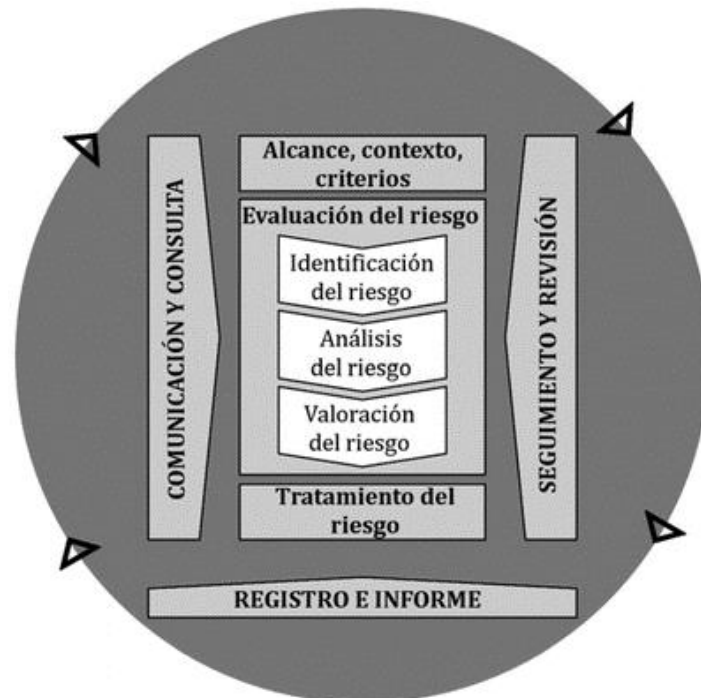
3.2.2 Proceso ISO 31000

El proceso de la gestión del riesgo implica la aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas a las actividades de comunicación y consulta, establecimiento del contexto y evaluación, tratamiento, seguimiento, revisión, registro e informe del riesgo. Este proceso se muestra en la Ilustración 6

Procesos gestión riesgos según ISO 31000

Ilustración 6

Procesos gestión riesgos según ISO 31000



Fuente: ISO 31000:2018 Gestión de riesgo, tomado de <https://www.iso.org/>

3.2.3 Alcance, Contexto y criterios

La norma recomienda en primer lugar establecer el contexto interno, el cual está relacionado con el ambiente interno de la organización que incluye entre otros: gobierno, estructura de la organización, funciones y responsabilidades, políticas, objetivos y estrategias. Así mismo el contexto del proceso para la gestión de riesgos en el cual debe establecerse los objetivos, las estrategias, el alcance y los parámetros de las actividades de la organización, o de la parte de la organización donde se aplica el proceso. Este contexto puede involucrar, entre otros, la definición de las metas y los objetivos de las actividades de gestión del riesgo, definición de las

responsabilidades del proceso y dentro de este definir actividades, funciones, proyecto, producto, servicio o activos en términos de tiempo y ubicación, etc.

Una vez definido el contexto, la Organización debería definir los criterios que se van a utilizar para evaluar la importancia de cada riesgo. Estos criterios deben incluir, entre otros, aspectos como: naturaleza del riesgo, tipos de causa y consecuencias, formas de expresar la probabilidad, manera de determinar el nivel de riesgo, los criterios para decidir cuando un riesgo necesita tratamiento, los criterios para decidir cuando un criterio es aceptables y/o tolerable y como se tendrá en cuenta las combinaciones de riesgos. (NTC-ISO 31000, 2018)

3.2.4 Identificación del riesgo

El proceso de la identificación de riesgos permite descubrir, reconocer y registrar los riesgos. Obteniendo de esta fase una lista exhaustiva de riesgos con base en aquellos eventos que podrían crear, aumentar, prevenir, degradar, acelerar, retrasar el logro de los objetivos.

Una vez identificados los riesgos, la organización debería identificar cualquiera de los controles existentes, características del diseño, personas, procesos y sistemas.

3.2.4.1 Técnicas y herramientas

- ✓ Listas de chequeo
- ✓ Listas de verificación y revisiones de datos históricos: métodos basados en evidencias
- ✓ Tablas de identificación de riesgos, con descripción y clasificación
- ✓ Procesos sistemáticos realizado por expertos para la identificación de riesgos por medio de proposiciones o preguntas
- ✓ Técnicas de razonamiento inductivo HAZOP. (NTC-ISO 31000, 2018)

3.2.5 Análisis del riesgo

Según la norma, el análisis de riesgo considera las causas y fuentes de riesgos, consecuencias positivas o negativas (Impacto), y la probabilidad de que tales consecuencias puedan ocurrir. También debe considerarse los controles existentes y su eficacia. Este análisis según el instituto Nacional de Normalización, INN (2013) puede ser:

- ✓ Cualitativo: Define las consecuencias, probabilidad y el nivel de riesgo tales como “Alto”, “Medio”, “Bajo”.
- ✓ Semicuantitativo: Utiliza valoraciones numéricas para las consecuencias y la probabilidad, y las combinan para determinar un nivel de riesgo aplicando una formula.
- ✓ Cuantitativo: Estima valores realistas para las consecuencias y sus probabilidades, y se obtiene valores del nivel de riesgo en unidades específicas definidas cuando se desarrolla el contexto.
- ✓ También puede darse una combinación de las anteriores según las circunstancias. (NTC-ISO 31000, 2018)

3.2.5.1 Técnicas y herramientas

- ✓ Tablas de clasificación de probabilidad de ocurrencia
- ✓ Tablas de clasificación de impacto de ocurrencia
- ✓ Matriz de probabilidad e impacto. (Incontec, 2018)

3.2.6 Evaluación del riesgo

La evaluación dentro del procesos de la gestión de riesgos según la NTC ISO 31000 (2018) tiene como propósito facilitar la toma de decisiones, basadas en los resultados de dicho análisis,

acerca de cuáles riesgos necesitan tratamientos y la prioridad para la implementación de las medidas.

3.2.6.1 Técnicas y herramientas

- ✓ Datos históricos
- ✓ Análisis de árbol de fallas
- ✓ Análisis de árbol de procesos
- ✓ Juicio de expertos
- ✓ Tablas de clasificación de probabilidad de ocurrencia
- ✓ Tablas de clasificación e impacto
- ✓ Matriz probabilidad e impacto (Incontec, 2018)

El estándar internacional 31010 emitido por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) como apoyo a la Norma 31000. resulta fundamental para aplicar técnicas de identificación, evaluación y tratamiento de riesgos en una organización. Su objetivo es el de facilitar la selección y aplicación de técnicas para la valoración de riesgos resumidas en la siguiente tabla:

Tabla 3

Aplicabilidad de herramientas usadas para la evaluación del riesgo

Herramientas y Técnicas	Proceso de Evaluación de Riesgo				
	Identificación de Riesgo	Análisis de Riesgo		Nivel de Riesgo	Evaluación de Riesgo
		Consecuencias	Probabilidad		
Lluvia de ideas	AA	NA	NA	NA	NA
Entrevistas estructuradas o semiestructuradas	AA	NA	NA	NA	NA
Técnica DELPHI	AA	NA	NA	NA	NA

Herramientas y Técnicas	Proceso de Evaluación de Riesgo				
	Identificación de Riesgo	Análisis de Riesgo		Nivel de Riesgo	Evaluación de Riesgo
		Consecuencias	Probabilidad		
Lista de chequeo	AA	NA	NA	NA	NA
Análisis de peligros primarios	AA	NA	NA	NA	NA
Estudios de riesgos de operabilidad (HAZOP)	AA	AA	A	A	A
Análisis de peligros y puntos de control (HACCP)	AA	AA	NA	NA	NA
Evaluación de riesgos ambientales	AA	AA	AA	AA	AA
Técnica estructurada “WHAT IF”	AA	AA	AA	AA	AA
Análisis de escenario	AA	AA	A	A	A
Análisis de impacto del negocio	A	AA	A	A	A
Análisis de la causa raíz	NA	AA	AA	AA	AA
Análisis de efecto de modo de fallo	AA	AA	AA	AA	AA
Análisis del árbol de fallos	A	NA	SA	A	A
Análisis del árbol del evento	A	AA	A	A	NA
Análisis de causas y consecuencias	A	AA	AA	A	A
Análisis de causa y efecto	SA	AA	NA	NA	NA
Análisis de capas de protección (LOPA)	A	AA	A	A	NA
Árbol de decisión	NA	AA	AA	A	A
Análisis de fiabilidad humana	AA	AA	AA	AA	A
Análisis de BOW TIE	NA	A	AA	AA	A
Fiabilidad de centro de mantenimiento	AA	AA	AA	AA	AA
Análisis de circuitos SNEAK	A	NA	NA	NA	NA
Análisis MARKOV	A	SA	NA	NA	NA
Simulación de MONTECARLO	NA	NA	NA	NA	NA
estadísticas Bayesianas y Redes de Bayes	NA	NA	NA	NA	NA
Curvas FN	A	AA	AA	A	SA
Índices de riesgo	A	AA	AA	AA	AA
Matriz de consecuencia / probabilidad	AA	AA	AA	AA	A
Análisis coste-beneficio	A	AA	A	A	A

Herramientas y Técnicas	Proceso de Evaluación de Riesgo				
	Identificación de Riesgo	Análisis de Riesgo		Nivel de Riesgo	Evaluación de Riesgo
		Consecuencias	Probabilidad		
Análisis de decisiones Multicriterio (MCDA)	A	AA	A	AA	AA
Altamente Aplicable	AA	Aplicable	A	No Aplicable	NA

Fuente: Norma IEC ISO 31010 (2019)

3.2.7 Tratamiento del riesgo

El tratamiento de los riesgos según la Norma requiere la selección de una o más opciones para modificar los riesgos y la implementación de tales opciones. Una vez implementado, el tratamiento suministra controles o los modifica. Esta fase es un proceso cíclico de valoración del tratamiento, decisión sobre si los niveles de riesgo residuales son tolerables, si no lo son generación de una nuevo tratamiento y valoración de la eficacia de dicho tratamiento.

Las opciones para el tratamiento del riesgo no necesariamente son mutuamente excluyente ni adecuadas en todas las circunstancias, estas pueden incluir:

- ✓ Evitar el riesgo al decidir no iniciar o continuar con la actividad que lo originó
- ✓ Tomar o incrementar el riesgo para perseguir la Oportunidad
- ✓ Retirar la fuente de riesgo
- ✓ Cambiar la Probabilidad
- ✓ Cambiar las consecuencias
- ✓ Compartir el riesgo con una o varias de las partes (Incluyendo los contratos y la financiación del riesgo)
- ✓ Retener el Riesgo mediante una decisión informada (NTC-ISO 31000, 2018)

3.2.8 Monitoreo y revisión

De acuerdo con la norma la fase de monitoreo debe comprender todo el proceso de la gestión de riesgos con el fin de que permita:

- ✓ Garantizar que los controles sean eficaces y eficiente tanto en diseño como en operación
- ✓ Obtener información adicional para mejorar la valoración del riesgo
- ✓ Analizar y aprender lecciones a partir de los eventos, cambios, las tendencias, éxitos y fracaso
- ✓ Detectar cambios en el contexto externo en internos
- ✓ Identificar riesgos emergentes (NTC-ISO 31000, 2018)

3.2.9 Registro e informe del proceso para la gestión de riesgos

Todas las actividades para la gestión de riesgos deben tener trazabilidad, los registros son la base para la mejora de los métodos y las herramientas, así como el proceso global. Esta fase debe tener en cuenta aspectos como:

- ✓ Necesidades de la organización con respecto al aprendizaje continuo
- ✓ Beneficios de reutilizar la información con propósitos de gestión
- ✓ Costos y esfuerzos involucrados en la creación y el mantenimiento de los registros
- ✓ Necesidades legales, reglamentarias y operativas para los registros
- ✓ Métodos de acceso, facilidad de recuperación y los medios de almacenamiento
- ✓ Periodo de retención
- ✓ Sensibilidad de la información (NTC-ISO 31000, 2018)

3.3 Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) - Séptima Edición - Dominio de desempeño de la incertidumbre

Los proyectos existen en entornos con diferentes grados de incertidumbre. La incertidumbre presenta amenazas y oportunidades que los equipos de proyecto exploran, evalúan y deciden cómo manejar. (PMI, 2021).

Tabla 4

Dominio de Desempeño de la Incertidumbre

DOMINIO DE DESEMPEÑO DE LA INCERTIDUMBRE	
El dominio de desempeño de la incertidumbre se ocupa de las actividades y funciones asociadas con el riesgo y la incertidumbre	<p>La ejecución de este dominio de desempeño tiene los siguientes resultados deseados:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Concientización del entorno en el que se producen los proyectos, incluidos, entre otros, los entornos técnico social, político, de mercado y económico. ● Exploración proactiva y respuesta a la incertidumbre. ● Concientización de la interdependencia de múltiples variables en el proyecto. ● La capacidad de anticipar amenazas y oportunidades y comprender las consecuencias de los incidentes. ● Entrega de proyectos con poco o ningún impacto negativo procedente de eventos o condiciones imprevistas. ● Se aprovechan las oportunidades para mejorar el desempeño y los resultados del proyecto. ● Las reservas de costos y cronogramas se utilizan de manera efectiva para mantener

Fuente: (PMI, 2021)

La navegación exitosa por la incertidumbre se inicia comprendiendo el entorno más amplio en el que está operando el proyecto. Los aspectos del entorno que contribuyen a la incertidumbre del proyecto incluyen, entre otros:

- Factores económicos tales como la volatilidad de los precios, la disponibilidad de recursos, la capacidad para tomar fondos prestados y la inflación/deflación;
- Consideraciones técnicas tales como tecnología nueva o emergente, complejidad asociada con sistemas e interfaces;
- Limitaciones o requisitos legales o legislativos;
- Entorno físico en lo que respecta a seguridad, condiciones climáticas y condiciones laborales;
- Ambigüedad asociada con condiciones actuales o futuras;
- Influencias sociales y de mercado moldeadas por la opinión y los medios; e
- Influencias políticas, ya sean externas o internas a la organización.

Este dominio de desempeño aborda los diversos aspectos de la incertidumbre, las implicaciones de la incertidumbre tales como el riesgo del proyecto, así como las opciones para navegar por las diversas formas de incertidumbre. (PMI, 2021)

3.3.1 Riesgo General del Proyecto

El riesgo general del proyecto es el efecto de la incertidumbre sobre el proyecto en su conjunto, proveniente de todas las fuentes de incertidumbre. Esto incluye los riesgos individuales y la exposición a las implicancias de la variación en el resultado del proyecto, tanto positivas como negativas. El riesgo general a menudo depende de la complejidad, la ambigüedad y la volatilidad. Las respuestas al riesgo general del proyecto son las mismas que para las amenazas y

oportunidades individuales, aunque las respuestas se aplican al proyecto en general en lugar de a un evento específico. Si el riesgo general en el proyecto es demasiado alto, la organización puede optar por cancelar el mismo. (PMI, 2021)

3.3.1.1 Amenazas

Una amenaza es un evento o condición que, si se produce, tiene un impacto negativo en uno o más de los objetivos. Se pueden considerar cinco estrategias alternativas para hacer frente a las amenazas, de la siguiente manera:

- **Evitar.** Evitar la amenaza es cuando el equipo de proyecto actúa para eliminar la amenaza o proteger al proyecto de su impacto.
- **Escalar.** El escalamiento es apropiado cuando el equipo de proyecto o el patrocinador del proyecto está de acuerdo en que una amenaza se encuentra fuera del alcance del proyecto o que la respuesta propuesta excedería la autoridad del director del proyecto.
- **Transferir.** La transferencia implica el cambio de titularidad de una amenaza a un tercero para que maneje el riesgo y para que soporte el impacto si se produce la amenaza.
- **Mitigar.** En la mitigación de amenazas se toman medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o el impacto de una amenaza. Las acciones de mitigación tempranas son a menudo más efectivas que tratar de reparar el daño después de que se ha producido la amenaza.
- **Aceptar.** La aceptación de amenazas reconoce la existencia de una amenaza, pero no se planifican medidas proactivas. La aceptación activa de un riesgo puede incluir el

desarrollo de un plan de contingencia que se activaría si se produjera el evento; o puede incluir la aceptación pasiva, lo que significa no hacer nada.

Una respuesta a una amenaza específica podría incluir múltiples estrategias. Por ejemplo, si la amenaza no puede evitarse, puede mitigarse hasta un nivel en el que sea viable transferirla o aceptarla. El objetivo de implementar respuestas a amenazas es reducir la cantidad de riesgo negativo. Los riesgos que se aceptan a veces se reducen simplemente con el paso del tiempo o porque el evento de riesgo no se presenta. (PMI, 2021)

3.3.1.2 Oportunidades

Una oportunidad es un evento o condición que, si se produce, tiene un impacto positivo sobre uno o más de los objetivos de un proyecto. Un ejemplo de una oportunidad podría ser un subcontratista basado en tiempo y materiales que finaliza el trabajo temprano, lo que resulta en menores costos y ahorros en el cronograma. Se pueden considerar cinco estrategias alternativas para hacer frente a las oportunidades, de la siguiente manera:

- **Explotar.** Estrategia de respuesta según la cual el equipo de proyecto actúa para garantizar la ocurrencia de una oportunidad.
- **Escalar.** Como en el caso de las amenazas, esta estrategia de respuesta a las oportunidades es utilizada cuando el equipo de proyecto o el patrocinador del proyecto están de acuerdo en que una oportunidad se encuentra fuera del alcance del proyecto o que la respuesta propuesta excedería la autoridad del director del proyecto.
- **Compartir.** Compartir oportunidades implica asignar la responsabilidad de una oportunidad a un tercero que está en las mejores condiciones para capturar el beneficio de esa oportunidad.

- **Mejorar.** En la mejora de la oportunidad, el equipo de proyecto actúa para incrementar la probabilidad de ocurrencia o impacto de una oportunidad. Las acciones de mejoramiento tempranas son a menudo más efectivas que tratar de mejorar el beneficio después de que se ha producido la oportunidad.
- **Aceptar.** Como con las amenazas, la aceptación de una oportunidad reconoce su existencia, pero no se planifican medidas proactivas.

Una vez que se ha desarrollado un conjunto de respuestas al riesgo, el mismo debe revisarse para ver si las respuestas planificadas han agregado riesgos secundarios. La revisión también debería evaluar el riesgo residual que permanecerá una vez que se hayan llevado a cabo las acciones de respuesta. La planificación de la respuesta debe repetirse hasta que el riesgo residual sea compatible con el apetito al riesgo de la organización. (PMI, 2021)

3.3.1.3 Reserva para Contingencias y de Gestión

La reserva es una cantidad de tiempo o presupuesto reservada para tener en cuenta el manejo de riesgos. La reserva para contingencias se aparta para hacer frente a los riesgos identificados en caso de que se presenten. La reserva de gestión es una categoría de presupuesto utilizada para eventos desconocidos, tales como el trabajo no planificado dentro del alcance. (PMI, 2021)

3.3.1.4 Revisión del Riesgo

Establecer un ritmo o cadencia frecuente de las sesiones de revisión y retroalimentación de una amplia selección de interesados resulta útil para navegar por el riesgo del proyecto y ser proactivo con las respuestas a los riesgos.

Las reuniones diarias de pie se pueden utilizar en cualquier proyecto y son una fuente para identificar posibles amenazas y oportunidades. Los informes de bloqueadores o impedimentos podrían convertirse en amenazas si continúan retrasando el progreso. Del mismo modo, los informes de progreso y avances podrían apuntar hacia oportunidades a ser aprovechadas y compartidas.

Las demostraciones frecuentes de incrementos del producto o servicio, los diseños provisionales o las pruebas de conceptos pueden revelar amenazas y oportunidades. La retroalimentación negativa de las demostraciones o revisiones de diseño puede ser un indicador temprano de amenazas relacionadas con la insatisfacción de los interesados si no se corrige. La retroalimentación positiva ayuda a informar al equipo de proyecto sobre las áreas de desarrollo altamente valoradas por los representantes del negocio.

Abordar el riesgo en las reuniones semanales de estatus asegura que la gestión de riesgos siga siendo relevante. Estas reuniones pueden utilizarse para identificar nuevos riesgos, así como para identificar cambios a los riesgos existentes.

Las retrospectivas y las reuniones de lecciones aprendidas se pueden utilizar para identificar amenazas al desempeño, a la cohesión del equipo de proyecto, etc., y para buscar mejoras. También pueden ayudar a identificar prácticas para probar diferentes maneras de explotar y mejorar las oportunidades. (PMI, 2021)

3.3.2 Verificación de resultados

La siguiente tabla identifica los resultados a la izquierda y las formas de comprobarlos a la derecha.

Tabla 5*Verificación de Resultados — Dominio de Desempeño de la Incertidumbre*

Resultado	Verificar
<ul style="list-style-type: none"> • Concientización del entorno en el que se producen los proyectos, incluidos, entre otros, los entornos técnico social, político, de mercado y económico. 	<p>El equipo incorpora consideraciones ambientales al evaluar la incertidumbre, los riesgos y las respuestas.</p> <p>Las respuestas a los riesgos están alineadas con</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Exploración proactiva y respuesta a la incertidumbre. 	<p>la priorización de las limitaciones del proyecto, como el presupuesto, el cronograma y el desempeño.</p> <p>Las acciones para bordar la complejidad, ambigüedad y volatilidad son apropiadas para el proyecto.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Concientización de la interdependencia de múltiples variables en el proyecto. 	<p>Los sistemas para identificar, capturar y responder al riesgo tienen la robustez adecuada.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • La capacidad de anticipar amenazas y oportunidades y comprender las consecuencias de los incidentes. 	<p>Se cumplen las fechas de entrega programadas y la ejecución del presupuesto esta dentro del umbral de variación.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Se aprovechan las oportunidades para mejorar el desempeño y los resultados del proyecto. 	<p>Los equipos utilizan mecanismos establecidos para identificar y aprovechar las oportunidades.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Las reservas de costos y cronogramas se utilizan de manera efectiva para mantener 	<p>Los equipos toman medidas para prevenir de forma proactiva, las amenazas limitando así el uso de la reserva de costos o cronograma.</p>

Fuente: (PMI, 2021)

3.4 Gestión de riesgos basados en la guía del PMBOK (sexta edición)

La Guía del PMBOK® sexta edición en su capítulo Gestión de Riesgos señala que, “La gestión de los riesgos del proyecto incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión de riesgos, así como la identificación análisis, planificación de respuesta y control de los riesgos de un proyecto. Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto son aumentar la probabilidad y/o el impacto de los riesgos positivos y disminuir la probabilidad y/o el impacto de los riesgos negativos, a fin de optimizar las posibilidades de éxito del proyecto”. Así mismo enuncia los siguientes procesos asociados: (PMI, 2017).

3.4.1.1 Proceso Guía PMBOK

Tabla 6

Procesos de gestión de riesgos según guía PMBOK

Proceso	Descripción
Planificar la gestión de riesgos	El proceso de definir cómo realizar las actividades de gestión de riesgos de un proyecto.
Identificar los riesgos	El proceso de identificar los riesgos individuales del proyecto, así como las fuentes de riesgo general del proyecto y documentar sus características.
Realizar análisis cualitativo de riesgos	El proceso de priorizar los riesgos individuales del proyecto para análisis o acción posterior, evaluando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos, así como otras características.
Realizar análisis cuantitativo de riesgos	El proceso de analizar numéricamente el efecto combinado de los riesgos individuales

Proceso	Descripción
	del proyecto identificados y otras fuentes de incertidumbre sobre los objetivos generales del proyecto
Planificar la respuesta a los riesgos	El proceso de desarrollar opciones, seleccionar estrategias y acordar acciones para abordar la exposición al riesgo del proyecto en general, así como para tratar los riesgos individuales del proyecto.
Implementar la respuesta a los riesgos	El proceso de implementar planes acordados de respuesta a los riesgos.
Monitorear los riesgos	El proceso de monitorear la implementación de los planes acordados de respuesta a los riesgos, hacer seguimiento a los riesgos identificados, identificar y analizar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a lo largo del proyecto

Fuente: (Duque, 2020)

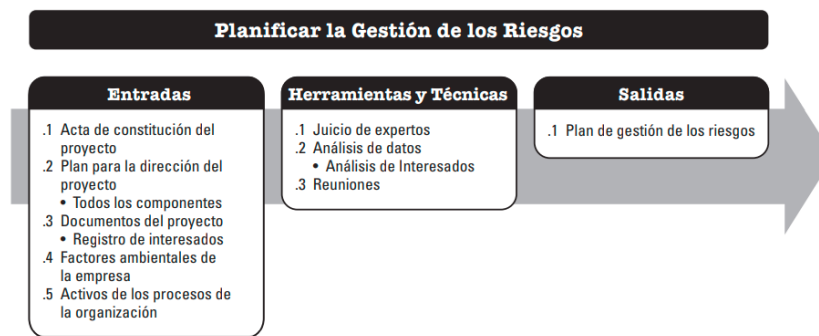
3.4.1.2 Planificar La Gestión De Riesgos

Planificar la Gestión de Riesgos es el proceso por el cual se define cómo realizar las actividades de gestión de riesgos para un proyecto. Una planificación cuidadosa y explícita mejora la probabilidad de éxito de los otros cinco procesos de gestión de riesgos. La planificación de los procesos de gestión de riesgos es importante para asegurar que el nivel, el tipo y la visibilidad de gestión de riesgos sean acordes tanto con los riesgos como con la importancia del proyecto para la organización. La planificación también es importante para proporcionar los recursos y el tiempo

suficientes para las actividades de gestión de riesgos y para establecer una base acordada para evaluar los riesgos. El proceso Planificar la Gestión de Riesgos debe iniciarse tan pronto como se concibe el proyecto y debe completarse en las fases tempranas de planificación de este. (PMI, 2017)

Ilustración 7

Planificación de riesgos: Entradas, herramientas, técnicas y salidas



Fuente: PMBOK sexta edición

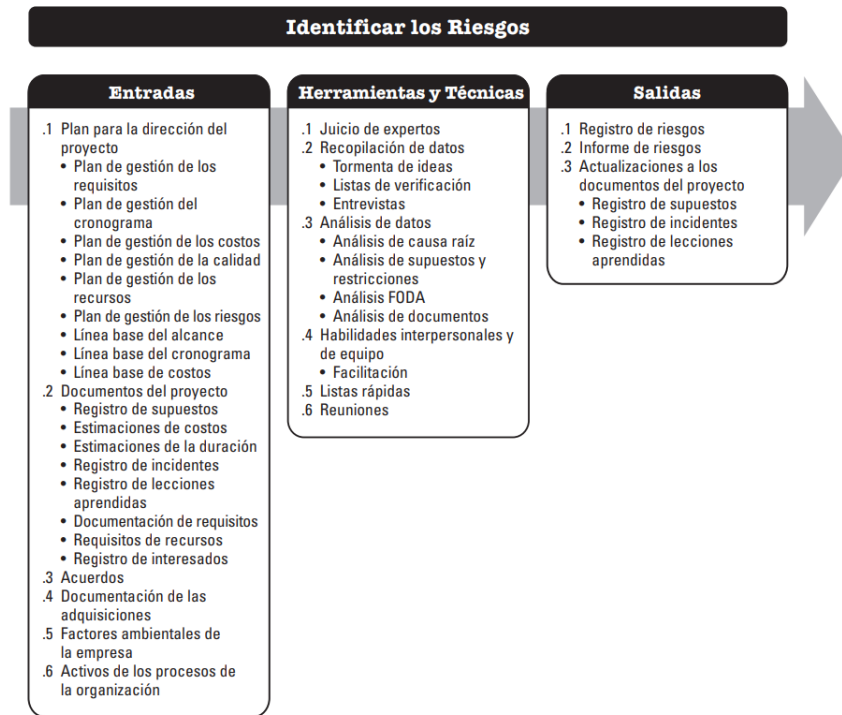
3.4.1.3 Identificar los riesgos

Identificar los Riesgos es el proceso de identificar los riesgos individuales del proyecto, así como las fuentes de riesgo general del proyecto y documentar sus características. El beneficio clave de este proceso es la documentación de los riesgos individuales existentes del proyecto y las fuentes de riesgo general del mismo. También reúne información para que el equipo del proyecto pueda responder adecuadamente a los riesgos identificados. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto y es un proceso iterativo, ya que pueden surgir nuevos riesgos individuales del proyecto a medida que el proyecto avanza a través de su ciclo de vida, y el nivel de riesgo general del proyecto también cambiará. La frecuencia de iteración y participación en cada ciclo de

identificación del riesgo varía según la situación, y esto será definido en el plan de gestión de los riesgos. (PMI, 2017)

Ilustración 8

Identificación de riesgos: Entradas, herramientas, técnicas y salidas



Fuente: PMBOK sexta edición

3.4.1.4 Análisis cualitativos de riesgos

Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos es el proceso de priorizar los riesgos individuales del proyecto para análisis o acción posterior, evaluando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos, así como otras características. El beneficio clave de este proceso es que concentra los esfuerzos en los riesgos de alta prioridad. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto. Se lleva a cabo de manera regular a lo largo del ciclo de vida del proyecto, tal como se define en el plan de gestión de los riesgos. A menudo, en un entorno de desarrollo ágil el

proceso Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos se lleva a cabo antes del comienzo de cada iteración. (PMI, 2017)

Ilustración 9

Análisis cualitativo: Entradas, herramientas, técnicas y salidas



Fuente: PMBOK sexta edición

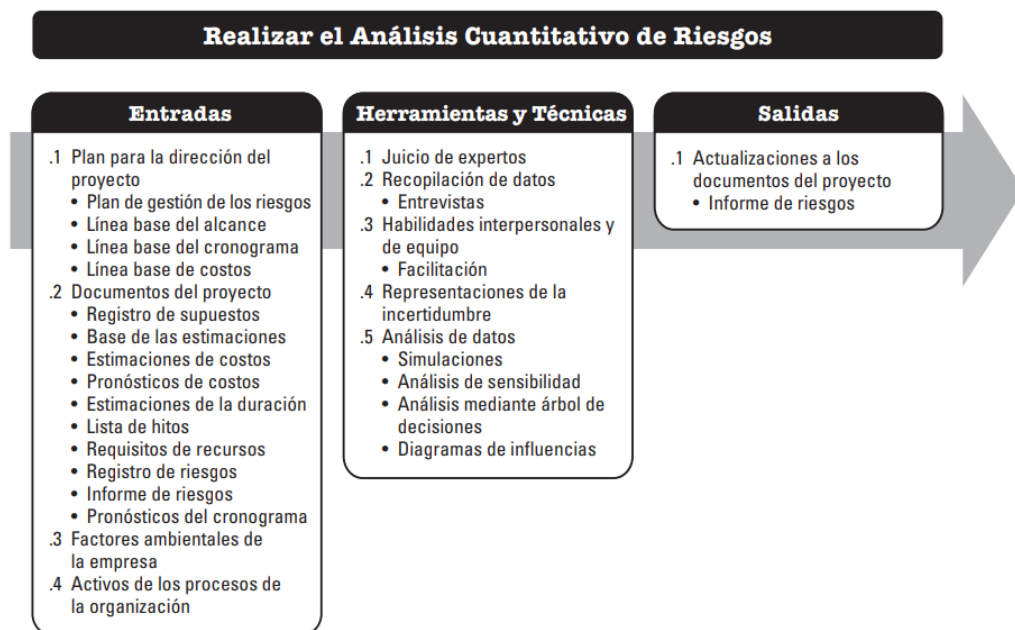
3.4.1.5 Análisis Cuantitativo De Riesgos

Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos es el proceso de analizar numéricamente el efecto combinado de los riesgos individuales del proyecto identificados y otras fuentes de incertidumbre sobre los objetivos generales del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que cuantifica la exposición al riesgo del proyecto en general, y también puede proporcionar información cuantitativa adicional sobre los riesgos para apoyar la planificación de la respuesta a los riesgos. Este proceso no es requerido para cada proyecto, pero en los que se utiliza se lleva a cabo durante todo el proyecto. Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos no es necesario para

todos los proyectos. La realización de un análisis profundo depende de la disponibilidad de datos de alta calidad sobre los riesgos individuales del proyecto y otras fuentes de incertidumbre, así como de una sólida línea base del proyecto subyacente para el alcance, el cronograma y el costo. El análisis cuantitativo de riesgos por lo general requiere un software de riesgo especializado y pericia en el desarrollo y la interpretación de los modelos de riesgo. Además, consume tiempo y costos adicionales. El uso de análisis cuantitativo de riesgos para un proyecto será especificado en el plan de gestión de los riesgos del proyecto. (PMI, 2017)

Ilustración 10

Análisis cuantitativo riesgos: Entradas, herramientas, técnicas y salidas



Fuente: PMBOK sexta edición

3.4.1.6 Planificar la respuesta De los Riesgos

Planificar la Respuesta a los Riesgos es el proceso de desarrollar opciones, seleccionar estrategias y acordar acciones para abordar la exposición general al riesgo del proyecto, así como

para tratar los riesgos individuales del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que identifica las formas adecuadas de abordar el riesgo general del proyecto y los riesgos individuales del proyecto. Este proceso también asigna recursos e incorpora actividades en los documentos del proyecto y el plan para la dirección del proyecto, según sea necesario. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto. estrategias principales y de refuerzo, según sea necesario. Puede desarrollarse un plan de contingencia (o plan de reserva) que se implementará si la estrategia seleccionada no resulta totalmente efectiva o si se produce un riesgo aceptado. También deben identificarse los riesgos secundarios. Los riesgos secundarios son riesgos que surgen como resultado directo de la implementación de una respuesta a los riesgos. A menudo se asigna una reserva para contingencias de tiempo o costo. En los casos en que ésta se establece, el plan puede incluir la identificación de las condiciones que suscitan su utilización. (PMI, 2017)

Ilustración**11**

Planificar la respuesta: Entradas, herramientas, técnicas y salidas



Fuente: PMBOK sexta edición

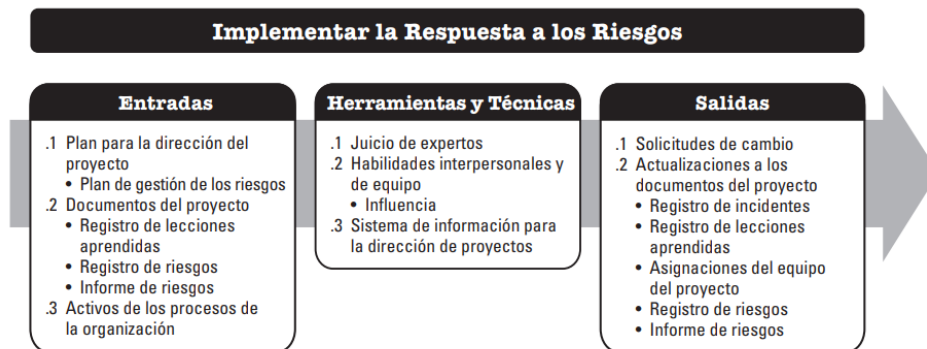
3.4.1.7 Implementar La Respuesta A Los Riesgos

Implementar la Respuesta a los Riesgos es el proceso de implementar planes acordados de respuesta a los riesgos. El beneficio clave de este proceso es que asegura que las respuestas a los riesgos acordadas se ejecuten tal como se planificaron, a fin de abordar la exposición al riesgo del proyecto en general, minimizar las amenazas individuales del proyecto y maximizar las oportunidades individuales del proyecto. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto. Un problema común con la Gestión de los Riesgos del Proyecto es que los equipos de proyecto

invierten esfuerzo en la identificación y análisis de riesgos y el desarrollo de respuestas a los riesgos, posteriormente, las respuestas a los riesgos son acordadas y documentadas en el registro de riesgos y el informe de riesgos, pero no se toman medidas para gestionar el riesgo. (PMI, 2017)

Ilustración 12

Implementar la respuesta: Entradas, herramientas, técnicas y salidas



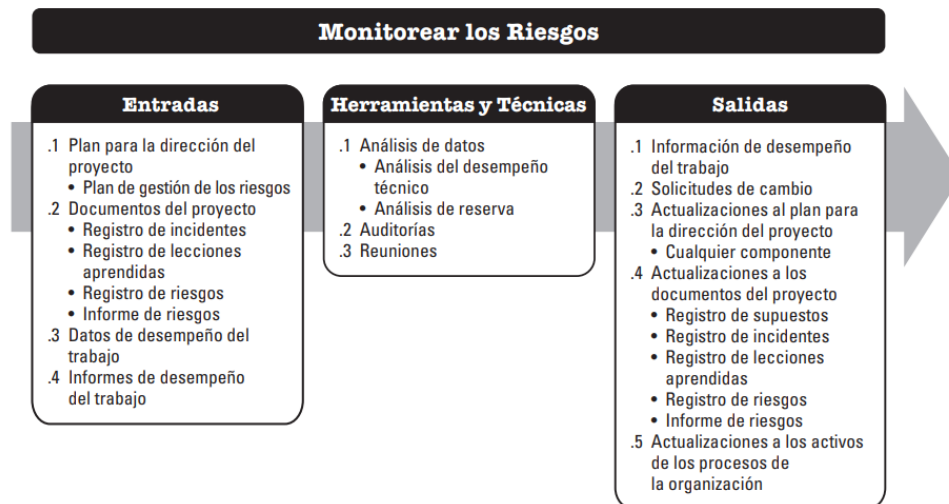
Fuente: PMBOK sexta edición

3.4.1.8 Monitorear Los Riesgos

Monitorear los Riesgos es el proceso de monitorear la implementación de los planes acordados de respuesta a los riesgos, hacer seguimiento a los riesgos identificados, identificar y analizar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a lo largo del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que permite que las decisiones del proyecto se basen en la información actual sobre la exposición al riesgo del proyecto en general y los riesgos individuales del proyecto. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto. El Gráfico 11-20 muestra las entradas, herramientas y técnicas, y salidas del proceso. (PMI, 2017)

Ilustración**13**

Monitorear los riesgos: Entradas, herramientas, técnicas y salidas



Fuente: PMBOK sexta edición

Para garantizar que el equipo del proyecto y los principales interesados estén conscientes del actual nivel de exposición al riesgo, el trabajo del proyecto debería ser monitoreado continuamente en busca de riesgos individuales nuevos, cambiantes y obsoletos y de cambios en el nivel de riesgo general del proyecto mediante la aplicación del proceso Monitorear los Riesgos. El proceso Monitorear los Riesgos utiliza la información de desempeño generada durante la ejecución del proyecto para determinar si:

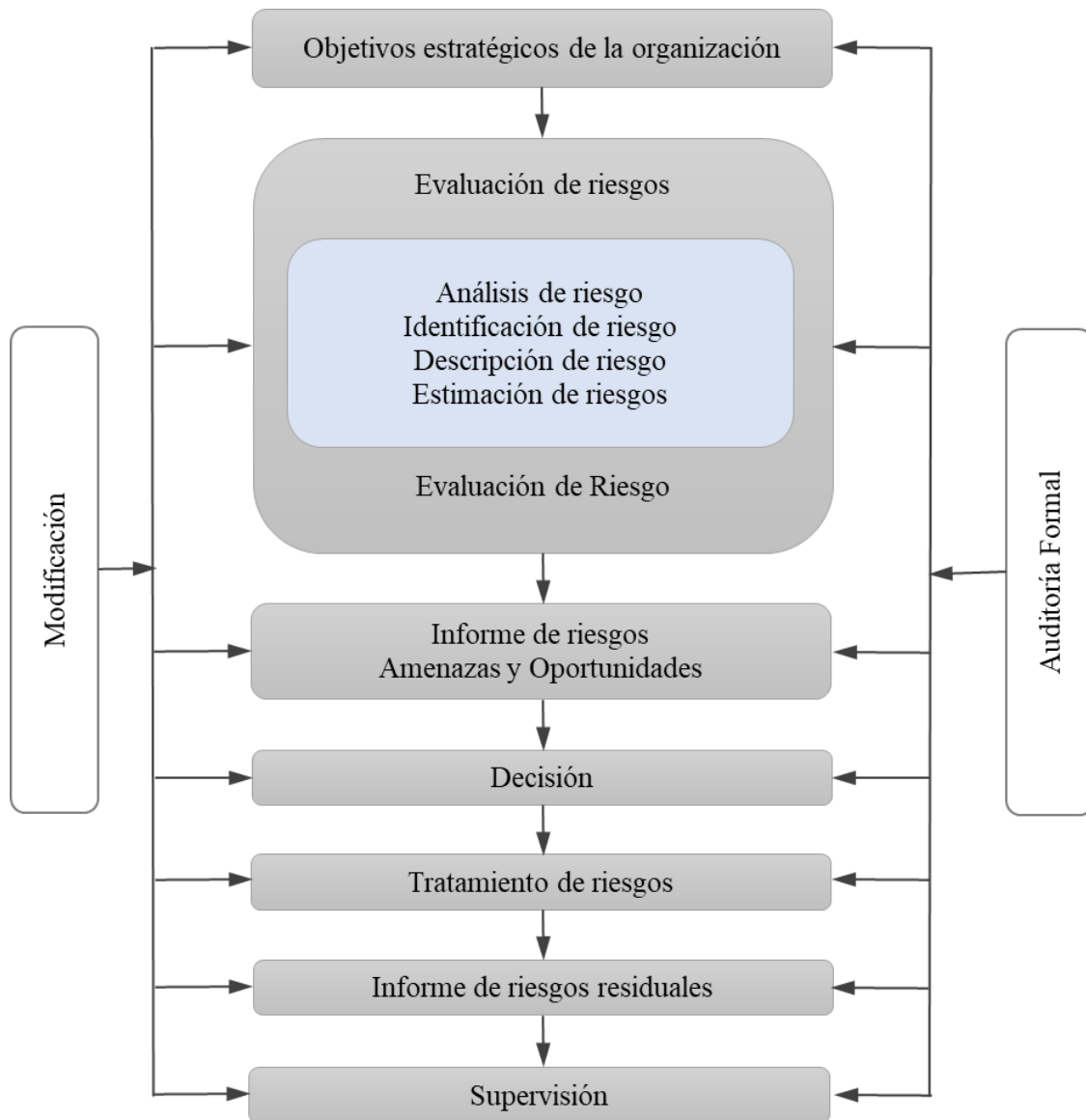
- Las respuestas a los riesgos implementadas son efectivas,
- El nivel de riesgo general del proyecto ha cambiado,
- El estado de los riesgos individuales del proyecto ha cambiado,
- Han aparecido nuevos riesgos individuales del proyecto,
- Han aparecido nuevos riesgos individuales del proyecto,

- Han aparecido nuevos riesgos individuales del proyecto,
- Se respetan las políticas y procedimientos de gestión de riesgos,
- Las reservas para contingencias de costos o cronograma requieren modificación, y
- La estrategia del proyecto sigue siendo válida. (PMI, 2017)

3.5 IRM's Risk Management Standard / Estándar de gestión de riesgos

El estándar de gestión de riesgos de IRM fue desarrollado por las principales organizaciones de gestión de riesgos del Reino Unido, incluido el Instituto de gestión de riesgos (IRM). Dicho estándar fue publicado en 2002 originalmente por el Instituto de Gestión de Riesgos (Institute of Risk Management IRM), la Asociación de Seguros y Gestores de Riesgos (The Association of Insurance and Risk Manager AIRMIC) y la Asociación Pública de Gestión de Riesgos (The Public Risk Management Association Alarm). Posteriormente, fue adoptado por la Federación Europea de Gestión de Riesgos (Federation of European Risk Management Association FERMA).

Si bien luego se publicó la ISO 31000 como el estándar global de gestión de riesgos, IRM sigue manteniendo el estándar original de gestión de riesgos porque es una guía simple que describe un enfoque práctico y sistemático para la gestión de riesgos para los gerentes desde las áreas comerciales y profesionales. La **Ilustración 14** muestra los procesos definidos por el IRM para la gestión de Riesgos:

Ilustración 14*Procesos de Gestión de Riesgos – IRM ®**Fuente: IRM ®***3.5.1 Identificación de riesgos**

La identificación de riesgos se propone identificar la exposición de una organización a la incertidumbre. Esto requiere un conocimiento profundo de la organización, el mercado en el que

opera, el entorno legal, social, político y cultural en el que existe, así como el desarrollo de una sólida comprensión de sus objetivos estratégicos y operativos, incluidos los factores críticos para su éxito y las amenazas y oportunidades relacionadas con el logro de estos objetivos. ((IRM), 2002)

La metodología propone identificar los riesgos categorizándolos de la siguiente manera:

3.5.1.1 Estratégicos:

Se refiera a largo plazo. Pueden verse afectados por áreas tales como disponibilidad de capital, riesgos soberanos y políticos, cambios legales y regulatorios, reputación y cambios en el entorno físico. •

3.5.1.2 Operacionales:

Se refieren a los problemas cotidianos a los que se enfrenta la organización en su esfuerzo por cumplir sus objetivos estratégicos

3.5.1.3 Financieros:

Se refiere a la gestión y control de las finanzas de la organización y los efectos de factores externos como la disponibilidad de crédito, tipos de cambio, movimientos de tipos de interés y otras exposiciones al mercado

3.5.1.4 Gestión del conocimiento:

La gestión y el control efectivos de los recursos del conocimiento, la producción, protección y comunicación de estos.

3.5.1.5 Cumplimiento:

Agrupa temas como la salud y la seguridad, el medio ambiente, las descripciones comerciales, la protección del consumidor, la protección de datos, las prácticas laborales y las cuestiones reglamentarias.

3.5.1.6 Técnicas y herramientas

- ✓ Lluvia de ideas
- ✓ Cuestionarios
- ✓ Evaluación comparativa de la industria
- ✓ Análisis de escenarios
- ✓ Talleres de evaluación de riesgos
- ✓ Investigación de incidentes
- ✓ Auditoría e inspección • HAZOP (Hazard & Operability Estudios)

3.5.1.7 Descripción del riesgo

La descripción del riesgo permite mostrar los riesgos identificados en un formato estructurado con el cual se logre priorizar aquellos riesgos clave que deben ser analizados con mayor detalle. La **Tabla 7**

Estructura para la descripción de riesgos según el IRM es un ejemplo de cómo pueden describirse los riesgos:

Tabla**7***Estructura para la descripción de riesgos según el IRM*

Característica	Descripción
1. Nombre del riesgo	Nombre dado al riesgo
2. Alcance del riesgo	Descripción cualitativa de los sucesos, su tamaño, tipo, número y dependencias
3. Naturaleza del riesgo	Estratégico, operacional, financiero, gestión del conocimiento o de cumplimiento
4. Interesados	Interesados y sus expectativas
5. Cuantificación del riesgo	Importancia y probabilidad
6. Tolerancia del riesgo	Potencial de pérdida e impacto financiero Probabilidad y tamaño de las pérdidas/ganancias potenciales Objetivo del control de riesgo y nivel deseado de rendimiento
7. Tratamiento del riesgo y mecanismos de control	Medios primarios por los que se gestiona el riesgo actualmente Niveles de confianza en el control existente Identificación de protocolos de supervisión y revisión
8. Acción potencial de mejora	Recomendaciones para reducir el riesgo
9. Política y estrategia para desarrollar	Identificación del responsable de la función de desarrollo de la política y la estrategia

Fuente: Risk Management Standard, IRM®, (2003), P7

3.5.2 Estimación de los riesgos

La estimación de riesgos puede ser cuantitativa, semicuantitativa o cualitativa en términos de probabilidad de ocurrencia y de sus posibles consecuencias

3.5.2.1 Técnicas y herramientas

Tabla 8

Tabla de consecuencias – Amenazas y Oportunidades

Consecuencia	Descripción
Altas	El impacto financiero en la empresa es susceptible de superar Ex. Fuerte impacto en la estrategia o en la operatividad de la empresa. Alta preocupación de los interesados
Medias	El impacto financiero en la empresa es susceptible de situarse entre Ex y Ey. Impacto moderado en la estrategia o en la operatividad de la empresa. Moderada preocupación de los interesados.
Bajas	El impacto financiero en la empresa es susceptible de situarse por debajo de Ey. Bajo impacto en la estrategia o en la operatividad de la empresa. Baja preocupación de los interesados.

Fuente: Risk Management Standard, IRM®, (2003), P8

Tabla 9

Tabla de probabilidad de ocurrencia - Amenazas

Estimación	Descripción	Indicadores
Alta (probable)	Susceptible de ocurrir cada año o más del 75% de probabilidad de que ocurra.	Posibilidad de que suceda varias veces en el periodo de tiempo (por ejemplo, diez años) Ha ocurrido recientemente
Media (Posible)	Susceptible de ocurrir en un periodo de diez años o menos del	Podría suceder más de una vez en el periodo de tiempo (por ejemplo, diez

Estimación	Descripción	Indicadores
	25% de probabilidad de que ocurra.	años). Podría ser difícil de controlar debido a varias influencias externas. ¿Hay un historial de ocurrencia?
Baja (Remota)	No es susceptible de ocurrir en un periodo de diez años o menos del 2% de probabilidad de que ocurra.	No ha sucedido Poco probable de que suceda

Fuente: Risk Management Standard, IRM®, (2003), P8

Tabla 10

Tabla de probabilidad de ocurrencia - Oportunidades

Estimación	Descripción	Indicadores
Alta (probable)	Es probable que se alcancen resultados favorables en un año o más del 75% de probabilidad de que ocurra.	Oportunidad clara, que se puede barajar con razonable certeza y conseguir a corto plazo basándose los procesos de gestión actuales.
Media (Posible)	Perspectivas razonables de resultados favorables en un año o del 25% al 75% de probabilidad de que ocurra.	Oportunidades alcanzables pero que requieren una gestión cuidadosa. Oportunidades que pueden surgir fuera de lo previsto.
Baja (Remota)	Cierta posibilidad de resultados favorables a medio plazo o menos del 25% de probabilidad de que ocurra.	Oportunidad posible que aún tienen que ser investigada completamente por la dirección. Oportunidad en la que la probabilidad de éxito se considera baja, partiendo de

Estimación	Descripción	Indicadores
		los recursos de gestión que se están aplicando en este momento.

Fuente: Risk Management Standard, IRM®, (2003), P9

3.5.3 Evaluación de los riesgos

Luego del proceso de análisis de riesgos, es necesario comparar los riesgos estimados con los criterios establecidos por cada organización. Estos criterios pueden incluir costos, beneficios asociados, requisitos legales, factores socioeconómicos y medioambientales, inquietudes de los interesados, entre otros, de tal manera que esta evaluación permita tomar decisiones sobre el tratamiento para cada riesgo ((IRM), 2002)

3.5.3.1 Técnicas y herramientas

Riesgos positivos

- ✓ Estudio de mercado
- ✓ Prospección
- ✓ Pruebas de mercado
- ✓ Investigación y desarrollo
- ✓ Análisis de escenarios
- ✓ Análisis de impacto del negocio

Riesgos negativos

- ✓ Análisis de amenazas
- ✓ Análisis de árbol de fallos
- ✓ Análisis FMEA (Failure Mode & Effects Analysis / Análisis de los modos de fallos y sus efectos)

Ambos

- ✓ Establecimiento de modelos de dependencia
- ✓ Análisis SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats / Puntos fuertes, puntos débiles, Oportunidades y Amenazas DOFA)
- ✓ Análisis de árbol de sucesos
- ✓ Planes de continuidad del negocio
- ✓ Toma de decisiones en condiciones de riesgo e incertidumbre
- ✓ Inferencia estadística
- ✓ Medidas de tendencia central y dispersión

3.5.4 Tratamiento de riesgos

Este proceso consiste en establecer y aplicar las medidas para tratar el riesgo, incluye como principal elemento, controlar o mitigar el riesgo, evitar el riesgo, transferir el riesgo, financiar el riesgo (pólizas y/o seguros), entre otros.

Primeramente, se debe fijar el costo de la implementación del control de riesgos. Este debe calcularse con precisión debido a que es la referencia con la que se medirá la rentabilidad. También se debe calcular la pérdida que se debe prever si no se toma ninguna medida, y, al comparar los resultados poder decidir si implementar o no las medidas de control de riesgos ((IRM), 2002).

3.5.5 Informe y comunicación de los riesgos

Los informes de riesgo se dan a diferentes niveles dentro de la organización, y externamente se tienen que informar regularmente a los interesados explicando la gestión realizada y los resultados ((IRM), 2002).

3.5.6 Supervisión

La supervisión y revisión del proceso de Gestionar el riesgo requiere establecer una estructura para asegurar que los riesgos estén identificados y evaluados eficazmente, que se llevan a cabo los controles oportunos y que el tratamiento es el adecuado. Este debe contener como mínimo ((IRM), 2002):

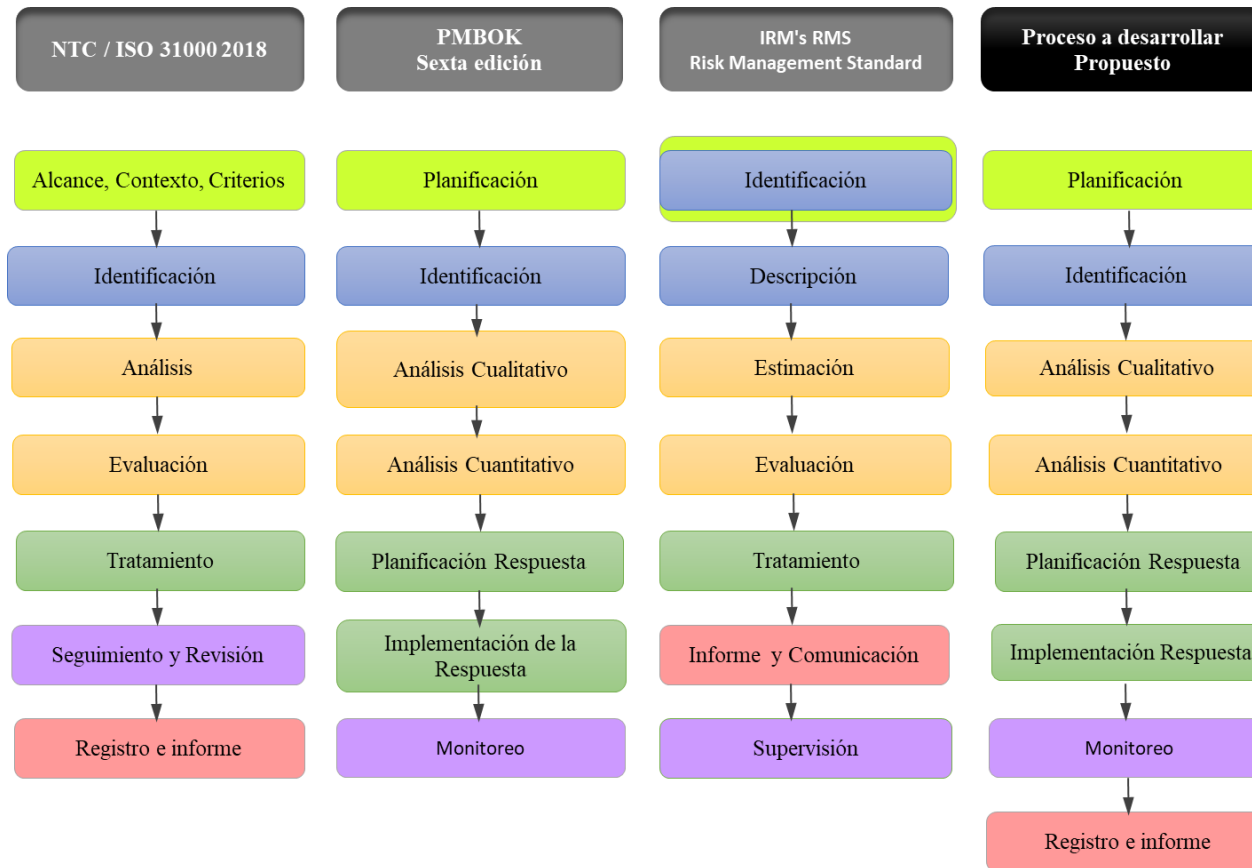
- ✓ Los métodos de control, especialmente de las responsabilidades de la dirección sobre la gestión de riesgo.
- ✓ Los procesos para la identificación de riesgos y como es su flujo por el sistema de gestión de riesgos.
- ✓ Los sistemas de control primarios ejecutados para gestionar los riesgos más importantes
- ✓ La supervisión y revisión del sistema establecido.

3.6 Revisión comparativa de metodologías para la gestión de riesgos

Con base en la revisión, análisis de la información de los 3 estándares internaciones para la gestión de riesgos: NTC ISO 31000 y 31010, PMBOK® y Risk Management Estándar, A continuación, se presenta un comparativo general de los procesos, técnicas y herramientas, este comparativo es la base del marco de trabajo que se propone y desarrollará en el presente Trabajo de Aplicación:

Ilustración 15

Esquema comparativo de tres Estándares para la Gestión de Riesgos



Fuente: Elaboración propia.

4 Diagnóstico de factores críticos de los procesos de gestión de proyectos dentro de la Gerencia de Planeación y Control.

A partir de una revisión de literatura en Web, a continuación, se buscar hacer un diagnóstico de los factores críticos en cuanto al desarrollo de los procesos de gestión de proyectos, específicamente para la planeación y control de proyectos de infraestructura vial con modelos APP. En el estudio realizado por (Vargas, 2015), se evidenciaron falencias en la planeación de proyectos, lo que arroja desviaciones en el alcance, el tiempo, el costo y la calidad. De las investigaciones de (Dvira Razb y Shenhar, 2003) y (Olusegan Oyewale Faniran, Jacob Oludoye Oluwoye y Dennis Lenard, 1994) se puede concluir que reducir la incertidumbre mediante la planeación de los proyectos contribuye a lograr los objetivos, en tanto que el tiempo invertido en estos procesos se recompensa con el éxito de los proyectos. Por su parte, (Vargas, 2015) expone la existencia de una brecha importante entre las metodologías, guías, normas y prácticas actuales para la gerencia de proyectos enfocada en la construcción y la ejecución real de los proyectos; por esto, recomienda hacer divulgación e investigación con las entidades privadas, para optimizar el manejo y maximizar el control de proyectos (Giraldo González, Castañeda Mondragón, Correa Basto, O., & Sánchez Ángel, J. C., 2018)

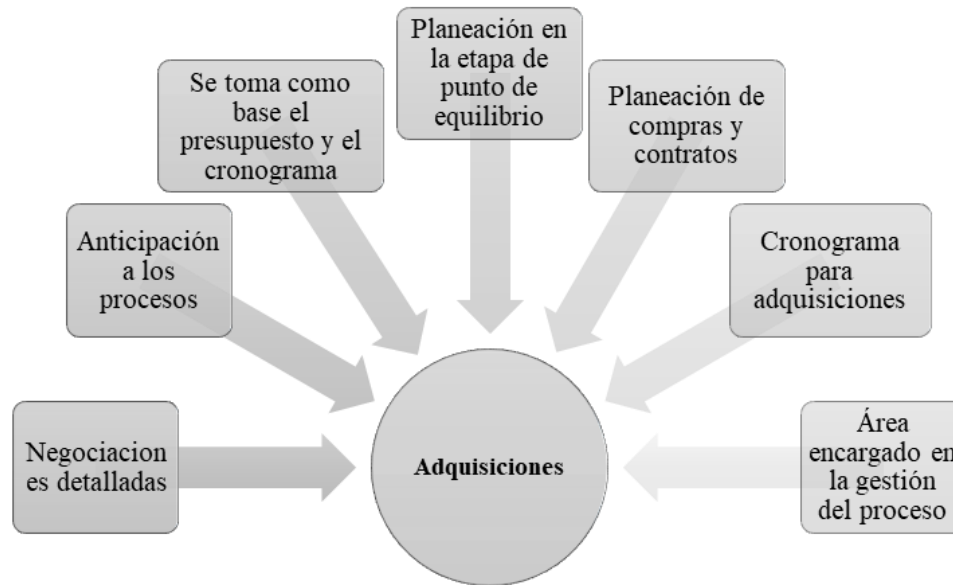
En su artículo “Diagnóstico de prácticas de iniciación y planeación en gerencia de proyectos en pymes del sector de la construcción” los autores usaron entrevistas y encuestas sometidas a discusión mediante reuniones con un grupo de asesores e investigadores, obteniendo un cuestionario de 26 preguntas abiertas principales, 11 secundarias, 9 preguntas cerradas con única respuesta y 15 preguntas cerradas de múltiple respuestas. Las entrevistas se efectuaron a 18 gerentes de proyectos -o a quien hace sus labores-, y se obtuvieron 92 respuestas a la encuesta

dentro de un conjunto de empresas del sector de la construcción en Bogotá. Una vez realizadas las entrevistas, se comenzó con el trabajo de diagnóstico de la información. Con la aplicación de los instrumentos a las empresas participantes se determinó que el 48,9 % de las empresas evaluadas no hacen uso de metodologías o guías para este tipo de gerencia. Tanto la mediana como la pequeña empresa hacen estructuraciones internas, basadas en la experiencia y robustez organizacional. El 78,3 % de los encuestados manifiestan que actualmente en Colombia no existe cultura en gerencia moderna de proyectos, pero a continuación se muestra que las áreas que tienen mejores prácticas son gestión del tiempo, costo y adquisiciones (**Ilustración 16**). Por otro lado, se pueden apreciar las áreas de poca o nula gestión: identificación, análisis y evaluación de riesgos (**Ilustración 17**) (Giraldo González, Castañeda Mondragón, Correa Basto, O., & Sánchez Ángel, J. C., 2018)

Ilustración 16

Buenas prácticas de Gestión de proyectos implementadas

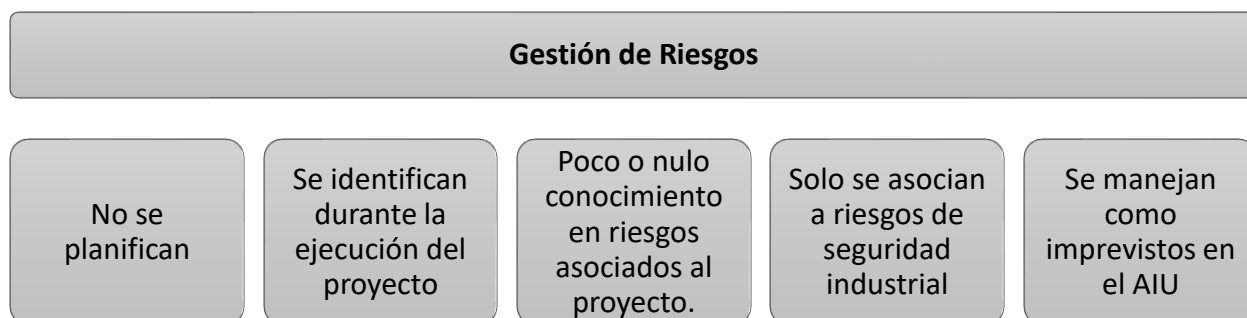




Fuente: Giraldo González, G. E., Castañeda Mondragón, J. C., Correa Basto, O., & Sánchez Ángel, J. C. (2018). Diagnóstico de prácticas de iniciación y planeación en gerencia de proyectos en pymes del sector de la construcción. Revista Escuela De Administración De Negocios, p63.

Ilustración 17

Malas prácticas de Gestión de riesgos



Fuente: Giraldo González, G. E., Castañeda Mondragón, J. C., Correa Basto, O., & Sánchez Ángel, J. C. (2018). Diagnóstico de prácticas de iniciación y planeación en gerencia de proyectos en pymes del sector de la construcción. *Revista Escuela De Administración De Negocios*, p64.

Entre los hallazgos de prácticas ejercidas por las organizaciones, se encuentran buenas prácticas como la gestión del tiempo, el costo, las adquisiciones y las compras, en tanto que prácticas como calidad, recurso humano y comunicaciones deben reforzarse y mejorarse, a diferencia de la gestión de riesgos e interesados, que tienen poca o nula gestión.

En lo relacionado con tiempo y costo, se pudo detectar que estas empresas evaluadas hacen una adecuada gestión de los procesos mediante desglose de actividades, pero no realizan identificación, análisis y evaluación de riesgos, lo que repercute en permanentes desviaciones durante la ejecución del proyecto. Las organizaciones manifiestan que la gestión de riesgos no está contemplada dentro de los alcances contractuales del contrato y además recomiendan que las entidades estatales implementen métodos o guías para reducir las desviaciones e incertidumbres en la etapa de planeación. Para cubrir imprevistos, las organizaciones definen un porcentaje del

costo directo para cubrir contingencias, imprevistos y riesgos, en general por medio de administración, imprevistos y utilidad (AIU) del contrato; así, la planificación del costo se reduce a cumplir con el presupuesto establecido por el cliente. Por otra parte, la constante fluctuación de precios de materiales y mano de obra repercute en la variabilidad del costo, lo que implica desviaciones en los costos finales del proyecto, los cuales se identifican durante la ejecución del proyecto y no durante su planificación; esto impide tomar medidas o controles. Igualmente, la falta de cumplimiento en el pago de las entidades públicas repercute en el flujo de caja de los proyectos. (Giraldo González, Castañeda Mondragón, Correa Basto, O., & Sánchez Ángel, J. C., 2018)

Por lo anterior se formula la siguiente pregunta: ¿La gerencia de proyectos desde su rol, implementa actualmente prácticas de gerencia de proyectos para gestión de Riesgos en sus actividades de planeación y control, de ser así cuál cree que es el impacto en el éxito del proyecto?; con base en esta pregunta se desarrollan los factores clave críticos en la Gerencia de Planeación y control basados en el método propuesto por (Placensio Soler, Marrero Delgado, Nicado Garcia, & Aguilera Sanchez , 2017) en su artículo “Procedimiento para la priorización de Factores Críticos de Éxito” que se describe a continuación:

1. Definición de problema

En este paso se define el problema a resolver. Para el caso del presente Trabajo de aplicación en este paso identificaremos las actividades, criterios clave de buenas prácticas de gestión de proyectos.

A continuación, se identifican las variables claves en los procesos del PMBOK, y que son la base para realizar el diagnóstico de los factores críticos de éxito FCE:

Tabla 11*Factores clave en la Gerencia de proyectos en proyectos de Construcción*

Área de conocimiento	Factores claves de perfil público
Integración	Tener contratos y ordenes de servicio, anexando documentos claros que definan el alcance y las restricciones del caso
	Estipular los tiempos en fases de planeación y ejecución del proyecto
	Definir como se contralan las fases
	Establecer como sepa el cierre del proyecto
	realizar reunión Kick -off, documentada mediante acta, en la que se definan tareas y responsables.
Alcance	Solicitar información técnica, económica y social del proyecto. Si no los hay debe quedar registrado.
	Registrar deficiencias, fortalezas y restricciones
Tiempo	Definir tiempos para cada actividad
	Registrar si la entidad contratante contempló riesgos en el cronograma y si forma parte del contrato.
	Establecer reservas de tiempo en el cronograma
	Planificar y desarrollar flujos de caja en materia de tiempo.
Costos	Hacer cotejo de actividades con el cronograma fijado
	Registrar si la entidad contratante contempló riesgos en cuanto a costos y si forma parte del contrato
	Establecer reservas en costos y dejar registro del contrato
	Planificar y desarrollar flujo de caja en materia del costo
Calidad	Planificar la gestión de la calidad mediante un enfoque en calidad de recursos humanos y contrataciones
	Garantizar el cumplimiento con las normas reguladoras en la construcción.

Área de conocimiento	Factores claves de perfil público
	<p>Definir seguimiento a las actividades mediante auditorías internas del personal más experimentado</p> <p>Determinar desde el nacimiento del proyecto, los controles clave de calidad mediante una lista de chequeo.</p> <p>Hacer, en la medida de lo posible, procesos de certificación con entidades externas o, en su defecto, establecer una estructura interna de calidad por medio de auditoría y visitas a obra.</p>
Recursos humanos	<p>Definir perfiles de cargo para la ejecución del proyecto</p> <p>Establecer la necesidad de recurso humanos basado en la planeación del proyecto.</p> <p>Contar con bases de datos de personal especializado en el sector.</p> <p>Diseñar estrategias que ayuden a minimizar la rotación del personal</p> <p>Diseñar estrategias para mejorar los ambientes laborales</p>
Comunicaciones	<p>Definir un plan de comunicaciones desde el nacimiento del proyecto</p> <p>Establecer los perfiles que generen liderazgo y contemplar estrategias de comunicación efectivas.</p> <p>Informar a todo el equipo de trabajos, objetivos, alcances, beneficios del proyecto.</p>
Riesgos	<p>Identificar, planificar, evaluar y registrar los riesgos, divulgarlos a todo el equipo de trabajo</p> <p>Tener presente que la gestión de riesgos debe hacerla el personal que cuente con know-how de la organización.</p> <p>Elaborar un registro de riesgos.</p>
Adquisiciones	<p>Establecer contratos y servicios en los mismos términos que la organización los haya firmado con el contratante.</p> <p>Contar con una base de datos clave de proveedores</p> <p>Programar compras y contratos, según los tiempos del cronograma del proyecto.</p>

Área de conocimiento	Factores claves de perfil público
	Planificar el flujo de caja para las adquisiciones y garantizar que este se materialice. identificar riesgos por la dinámica económica del país Tener en cuenta que las adquisiciones debe manejarlas personal de absoluta confianza.
Interesados	Definir con la entidad contratante quien es el encargado de la identificación, caracterización y relacionamiento con los Stakeholders. Dejar registro de quien asume los contratiempos que se puedan presentar por la gestión de interesados.
Seguimiento y control	Definir procedimientos claros en controles de cambio Solicitar doble verificación a controles de cambio, con registro de quien pide el cambio y quien autoriza. Garantizar la transferencia de conocimiento entre proyectos o tipos de negocio mediante un procedimiento de lecciones aprendidas.

Fuente: Giraldo González, G. E., Castañeda Mondragón, J. C., Correa Basto, O., & Sánchez Ángel, J. C. (2018). Diagnóstico de prácticas de iniciación y planeación en gerencia de proyectos en pymes del sector de la construcción. *Revista Escuela De Administración De Negocios*, p66-67.

2. Definir los criterios de evaluación

Los autores proponen evaluar los FCE a través de tres criterios. Un primer criterio sería el impacto de los FCE sobre los objetivos de la organización, es decir, las consecuencias positivas para el cumplimiento de la misión, o de los objetivos trazados.

El segundo criterio de evaluación sería su probabilidad de éxito o de logro. En este caso, significa la probabilidad que tiene el FCE de manifestarse en la organización. Es muy frecuente

encontrar FCE que tienen un impacto decisivo, pero son poco probables de que ocurran en la organización.

Por último, el tercer criterio que proponen los autores es la posibilidad de medir los FCE. Existen FCE que son medibles con facilidad, pues hacen referencia a cuestiones objetivas, a su vez, existen otros, que se relacionan con cuestiones más subjetivas en la organización y son por el contrario difíciles de medir.

Los FCE estarían en función del impacto sobre los objetivos (I_o), la probabilidad de éxito (P_e) y la posibilidad de medición (P_m)

3. Selección de los expertos

El trabajo con expertos es de vital importancia durante todo el procedimiento, son estos los que deberán realizar las evaluaciones de los criterios que componen el índice de criticidad, así como también pueden ser utilizados en la determinación de los pesos asociados a los criterios.

Para el presente trabajo, se propone el uso de esta herramienta, sin embargo, para efectos del presente Trabajo e aplicación, se realizarán estas puntuaciones y pesos de acuerdo con lo que puede evidenciarse en la información disponible y en la experiencia propia.

4. Evaluación de criterios

En este paso, los expertos anteriormente seleccionados, evalúan cada Factor Crítico de Éxito a través de su impacto sobre los objetivos, su probabilidad de éxito y su posibilidad de medición. Como muestra la Tabla 1.

Tabla 12

Tabla para evaluar los criterios Asociados a los FCE

Nivel	Impacto	Logro	Medición
9	Excepcional	Asegurado	Seguro
8	Extremadamente	Cierto	casi seguro
7	Muy alto	Muy alto	Muy posible
6	Alto	Alto	Posible
5	Moderado	Moderado	Moderadamente posible
4	Poco	Bajo	Bajo
3	Menor	Muy bajo	Muy bajo
2	Ligero	Ocasional	Difícil
1	Insignificante	Remoto	Casi imposible
0	Imperceptible	Improbable	Imposible

Fuente: (Placensio Soler, Marrero Delgado, Nicado Garcia, & Aguilera Sanchez , 2017)

5. Determinación del peso de los criterios

Aunque los autores de la investigación sugieren este método subjetivo, debido a que permite evaluar la consistencia de los expertos en sus valoraciones a través del Coeficiente de Inconsistencia (*CI*), existen otros métodos subjetivos y objetivos que pueden ser utilizados para realizar el cálculo de la importancia relativa de los criterios definidos para priorizar los FCE.

Para el presente trabajo, se propone el uso de esta herramienta, sin embargo, para efectos del presente Trabajo e aplicación, se realizarán estas puntuaciones y pesos de acuerdo con lo que puede evidenciarse en la información disponible y en la experiencia propia.

Impacto	35%
Logro	40%
Medición	25%

6. Cálculo del índice de criticidad

Tabla 13*Calculo del Índice de criticidad*

Área de conocimiento	Factores claves de perfil público - Según el Pmbok	Impacto 35%	Logro 40%	Medición 25%	Total	IC
Integración	Tener contratos y ordenes de servicio, anexando documentos claros que definan el alcance y las restricciones del caso	9	7	8	7,95	0,88
	Estipular los tiempos en fases de planeación y ejecución del proyecto	7	7	8	7,25	0,81
	Definir como se controlan las fases	8	8	6	7,5	0,83
	Establecer como será el cierre del proyecto	7	8	6	7,15	0,79
	Realizar reunión Kick -off, documentada mediante acta, en la que se definan tareas y responsables.	6	7	7	6,65	0,74
Alcance	Solicitar información técnica, económica y social del proyecto. Si no los hay debe quedar registrado.	9	6	6	7,05	0,78
	Registrar deficiencias, fortalezas y restricciones	8	8	5	7,25	0,81
Tiempo	Definir tiempos para cada actividad	8	8	9	8,25	0,92
	Registrar si la entidad contratante contempló riesgos en el cronograma y si forma parte del contrato.	8	8	8	8	0,89

Área de conocimiento	Factores claves de perfil público - Según el Pmbok	Impacto 35%	Logro 40%	Medición 25%	Total	IC
	Establecer reservas de tiempo en el cronograma	9	6	9	7,8	0,87
	Planificar y desarrollar flujos de caja en materia de tiempo.	9	8	6	7,85	0,87
	Hacer cotejo de actividades con el cronograma fijado	8	8	8	8	0,89
	Registrar si la entidad contratante contempló riesgos en cuanto a costos y si forma parte del contrato	8	8	8	8	0,89
Costos	Establecer reservas en costos y dejar registro del contrato	9	8	8	8,35	0,93
	Planificar y desarrollar flujo de caja en materia del costo	9	8	6	7,85	0,87
	Planificar la gestión de la calidad mediante un enfoque en calidad de recursos humanos y contrataciones	7	8	6	7,15	0,79
	Garantizar el cumplimiento con las normas reguladoras en la construcción.	9	8	6	7,85	0,87
Calidad	Definir seguimiento a las actividades mediante auditorías internas del personal más experimentado	7	8	6	7,15	0,79
	Determinar desde el nacimiento del proyecto, los controles clave de calidad mediante una lista de chequeo.	7	8	6	7,15	0,79

Área de conocimiento	Factores claves de perfil público - Según el Pmbok	Impacto 35%	Logro 40%	Medición 25%	Total	IC
	Hacer, en la medida de lo posible, procesos de certificación con entidades externas o, en su defecto, establecer una estructura interna de calidad por medio de auditoría y visitas a obra.	8	8	7	7,75	0,86
	Definir perfiles de cargo para la ejecución del proyecto	7	6	6	6,35	0,71
	Establecer la necesidad de recurso humanos basado en la planeación del proyecto.	7	7	6	6,75	0,75
Recursos humanos	Contar con bases de datos de personal especializado en el sector.	5	6	6	5,65	0,63
	Diseñar estrategias que ayuden a minimizar la rotación del personal	6	5	6	5,6	0,62
	Diseñar estrategias para mejorar los ambientes laborales	6	7	6	6,4	0,71
	Definir un plan de comunicaciones desde el nacimiento del proyecto	8	7	6	7,1	0,79
Comunicaciones	Establecer los perfiles que generen liderazgo y contemplar estrategias de comunicación efectivas.	7	7	6	6,75	0,75
	Informar a todo el equipo de trabajos, objetivos, alcances, beneficios del proyecto.	8	8	6	7,5	0,83

Área de conocimiento	Factores claves de perfil público - Según el Pmbok	Impacto 35%	Logro 40%	Medición 25%	Total	IC
Riesgos	Identificar, planificar, evaluar y registrar los riesgos, divulgarlos a todo el equipo de trabajo	8	8	8	8	0,89
	Tener presente que la gestión de riesgos debe hacerla el personal que cuente con know-how de la organización.	7	7	7	7	0,78
	Elaborar un registro de riesgos.	8	8	8	8	0,89
Adquisiciones	Establecer contratos y servicios en los mismos términos que la organización los haya firmado con el contratante.	6	7	6	6,4	0,71
	Contar con una base de datos clave de proveedores	5	6	6	5,65	0,63
	Programar compras y contratos, según los tiempos del cronograma del proyecto.	6	7	6	6,4	0,71
	Planificar el flujo de caja para las adquisiciones y garantizar que este se materialice.	7	7	6	6,75	0,75
	identificar riesgos por la dinámica económica del país	9	8	8	8,35	0,93
	Tener en cuenta que las adquisiciones debe manejarlas personal de absoluta confianza.	9	8	6	7,85	0,87

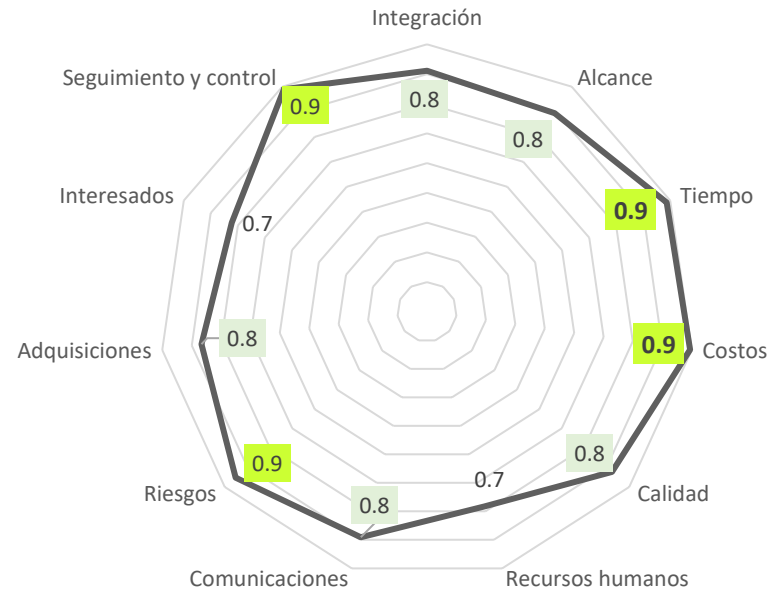
Área de conocimiento	Factores claves de perfil público - Según el Pmbok	Impacto 35%	Logro 40%	Medición 25%	Total	IC
Interesados	Definir con la entidad contratante quien es el encargado de la identificación, caracterización y relacionamiento con los Stakeholders.	7	6	6	6,35	0,71
	Dejar registro de quien asume los contratiempos que se puedan presentar por la gestión de interesados.	6	7	6	6,4	0,71
Seguimiento y control	Definir procedimientos claros en controles de cambio	7	7	6	6,75	0,75
	Solicitar doble verificación a controles de cambio, con registro de quien pide el cambio y quien autoriza.	8	9	9	8,65	0,96
	Garantizar la transferencia de conocimiento entre proyectos o tipos de negocio mediante un procedimiento de lecciones aprendidas.	8	9	9	8,65	0,96

Fuente: Elaboración propia

De igual manera se logra identificar gráficamente los factores más críticos, permitiendo enfocar las actividades y planes de mejora. Evidentemente la gerencia de planeación de control está enfocadas a la planeación de costos tiempo, seguimiento y control por ende se enfoca a las áreas de conocimiento directamente relacionadas, como se muestra a continuación.

Ilustración 18

Índice de criticidad - Para la Gerencia de Planeación y Control



Fuente: Elaboración propia

Lo anterior permite evaluar los procesos clave para el logro de los objetivos del proyecto, lo que permite priorizar aquellos que son más importantes dentro de una organización, parte de ella o proyectos específicos. Teniendo en cuenta los resultados estos se encaminan a fortalecer los procesos de control, costos, tiempo y riesgos específicamente dentro de la Gerencia de Planeación y control.

7. Priorización de los factores críticos de éxito

Al realizar los cálculos con valores normalizados se obtendría un índice de criticidad, que tendría valores entre 0 y 1 ($0 \leq I_{c i} \leq 1$) para cada Factores Critico de Éxito. Los FCE con un mayor $I_{c i}$ serían los más importantes para la organización. Los autores además proponen una escala para clasificar los FCE según su índice de criticidad ($I_{c i}$), tal y como muestra la **Tabla 14**:

Tabla**14***Escala de Valores para evaluar la criticidad*

índice (Ici)	Criticidad
$0,80 \leq I_{c i} \leq 1$	Muy alta
$0,60 \leq I_{c i} \leq 0,79$	Alta
$0,40 \leq I_{c i} \leq 0,59$	Media
$0,20 \leq I_{c i} \leq 0,39$	Baja
$0,00 \leq I_{c i} \leq 0,19$	Muy baja

Fuente: (Placensio Soler, Marrero Delgado, Nicado Garcia, & Aguilera Sanchez , 2017)

5 Marco Legal y Estructuras Contractuales de Contratos APP en Colombia

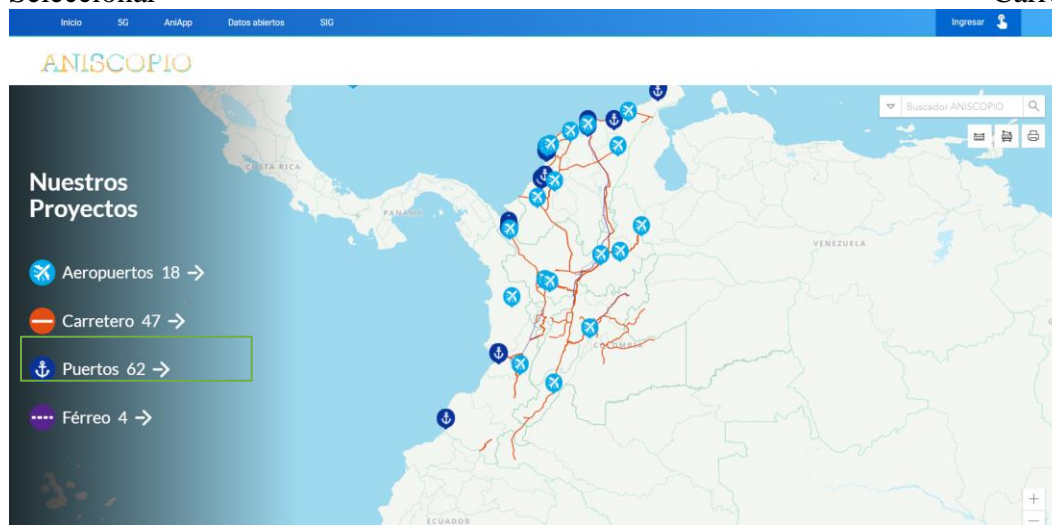
Para el presente trabajo de aplicación se tienen como referencia dos contratos de proyectos Carreteros administrados por la Agencia Nacional de Infraestructura ANI, bajo el modelo de contratación de Asociación Público Privada APP. Se recopiló y consultó información de cada uno de los proyectos en plataforma de la Agencia Nacional de Infraestructura donde se encuentra la información de todos los proyectos de la entidad - **ANISCOPIO**, así mismo en el Sistema Electrónico para la Contratación Pública – **SECOP**. A continuación, se presenta la ruta para realizar la consulta de la información relacionada a los proyectos administrados por la ANI:

La consulta de información en Aniscopio nos permite obtener información general, avances del proyecto, información de avance por unidades Funcionales, inversión, información financiera, datos del Concesionario y del contrato de Interventoría. Así mismo contiene el link direccionado al portal SECOP para consultar los documentos contractuales e informes.:

1. Ingresar a la página web: <https://aniscopio.ani.gov.co/>

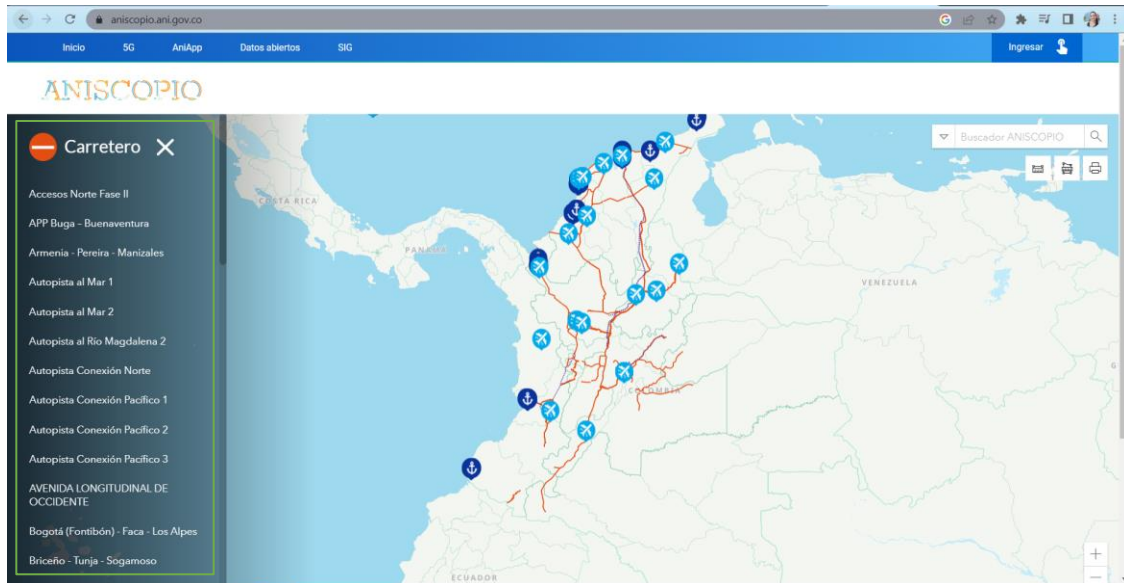
2. Seleccionar

Carretero



Fuente: Aniscopio: <https://aniscopio.ani.gov.co/>

3. Seleccionar el proyector a consultar



Fuente: Aniscopio: <https://aniscopio.ani.gov.co/>

Para el presente Trabajo de Aplicación se seleccionaron los proyectos “Autopista Al Río Magdalena 2” y “Corredor Vial Pamplona – Cúcuta” a modo de ejemplo se detalla la información consultada para el primer proyecto mencionado como sigue:

- Contrato de Concesión Bajo un Esquema de Asociación Público-Privada No. 008 del 2014, Correspondiente al Corredor Denominado “Autopista Al Río Magdalena 2”. Concesionario “Autopista Río Magdalena S.A.S”, Proceso Número: VJ-VE-IP-006-2013 / VJ-VE-IP-LP-006-2013


aniscopio.ani.gov.co/reportes/carreteros/proyectoDetalle/8

Proyectos Carreteros
Autopista al Río Magdalena 2

Etapa: **Construcción**

Indicador: 31/12/2022

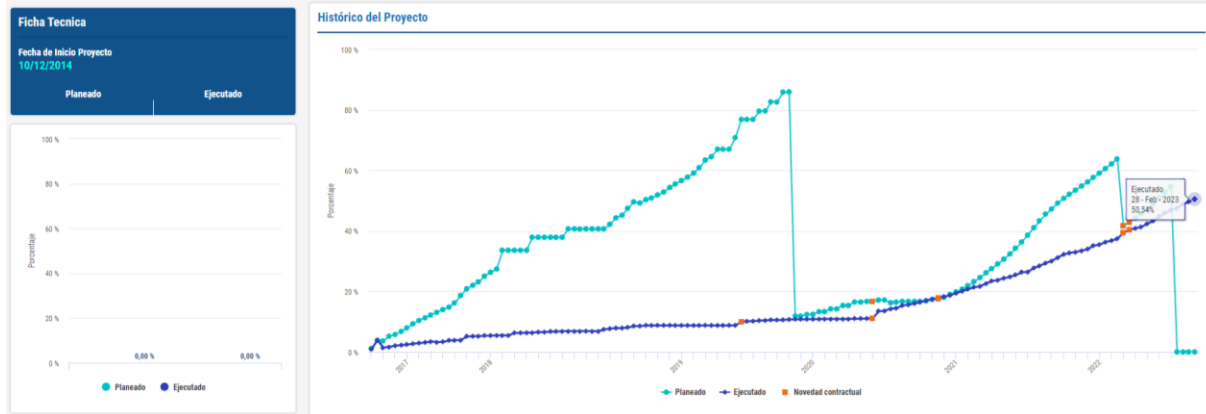
Información general



10/12/2014 Firma del Contrato	13/03/2015 Inicio Pre- Construcción	21/04/2016 Inicio Construcción	14/09/2023 Inicio Operación
31/12/2012 Fecha de Referencia	25 Plazo Años		
COP \$ 1.740.428 Mill. Valor de Contrato fecha de Referencia	COP \$ 0 Mill. Valor de Contrato Indexado		
COP \$ 2.125.272,7 Mill. Capex Indexado	COP \$ 1.362.456,79 Mill. Opex Indexado		
144.00 Km Longitud Concesionada (KM)	144.00 Km Longitud a Cargo (KM)		

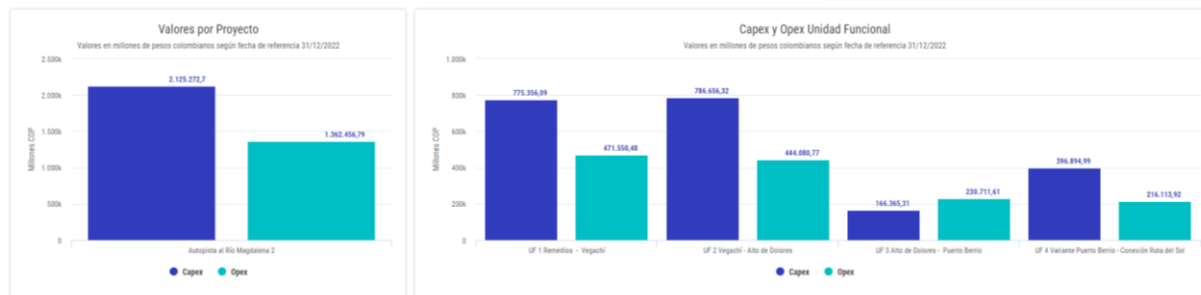
Avances Proyecto

Fecha de Corte: 28/02/2023



Inversión

Fecha de referencia: 31/12/2022



Financiero

Información General

27/01/2015 Fecha Constitución Patrimonio Autónomo	07/02/2016 Fecha Cierre Financiero Contractual	0,5665 % TDI
---	--	------------------------

Información General Indexada Fecha de referencia: 31/12/2021

COP \$600,790.95 mill. Equity en pesos	COP \$882,866.91 mill. Equity Financiado en pesos	COP \$1,984,385.63 mill. Cierre Financiero en pesos
--	---	---

Contrato puente


26/08/2020 Fecha del contrato puente	COP \$30,114.24 mill. Valor en pesos del contrato puente	USD \$0 Valor en dolares del contrato puente
--	--	--

Contrato de Crédito

28/06/2020 Fecha del Contrato de Crédito	COP \$0 Valor en pesos del contrato	USD \$0 Valor en dolares del Contrato
--	---	---

COP \$588,225.44 mill. Vigencias Futuras Totales en pesos	COP \$3,516,623.68 mill. Acumulado girado a cierre del año seleccionado	0 % % dolares vigencias futuras
---	---	---

[General](#)
[Avances](#)
[Inversión](#)
[Financiero](#)
[Peajes](#)
[Accionistas](#)

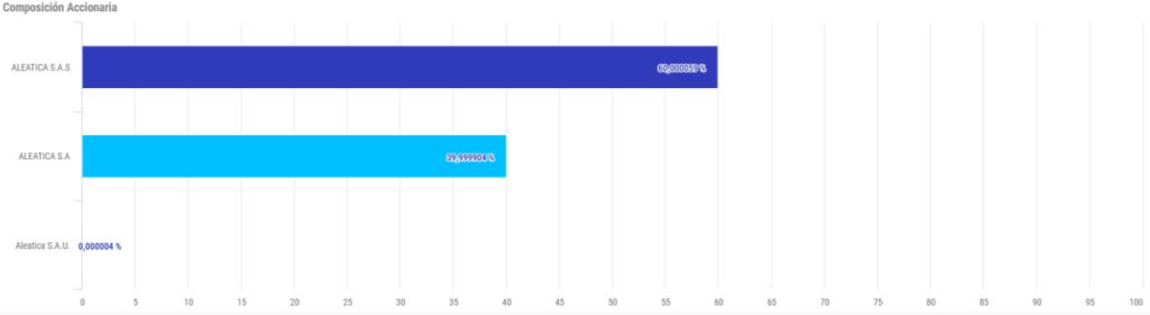

Proyectos Carreteros
Autopista al Río Magdalena 2
Etapa: **Construcción**

Concesionario

Autopista Río Magdalena S.A.S

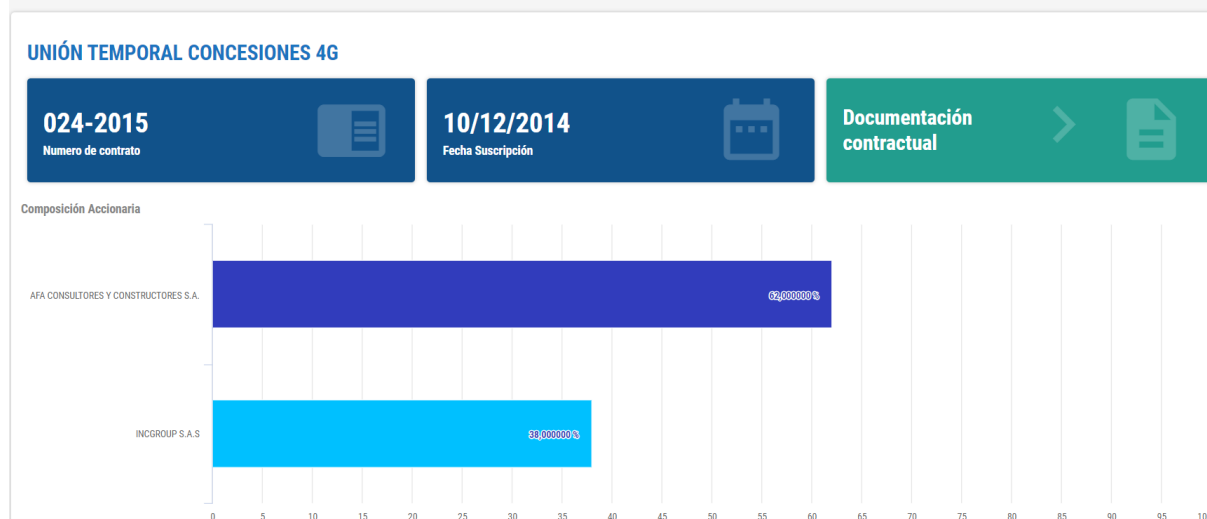
008-2014 Numero de contrato	10/12/2014 Fecha Suscripción	Documentación contractual
---------------------------------------	--	----------------------------------

Composición Accionaria



Accionario	Porcentaje
ALEATICA S.A.S	60.000000 %
ALEATICA S.A.	39.999999 %
Aleatica S.A.U.	0.000004 %

Interventoría



Fuente: Aniscopio, <https://aniscopio.ani.gov.co/reportes/carreteros/>, Consultado el 27/marzo/2023.

Para acceder a la información contractual se sigue el enlace “Documentación contractual” el cual se direcciona al portal SECOP I, allí se puede consultar, entre otros, información histórica del proyecto, Contrato de Concesión, Apéndices Técnicos, modificaciones contractuales e informes de interventoría.

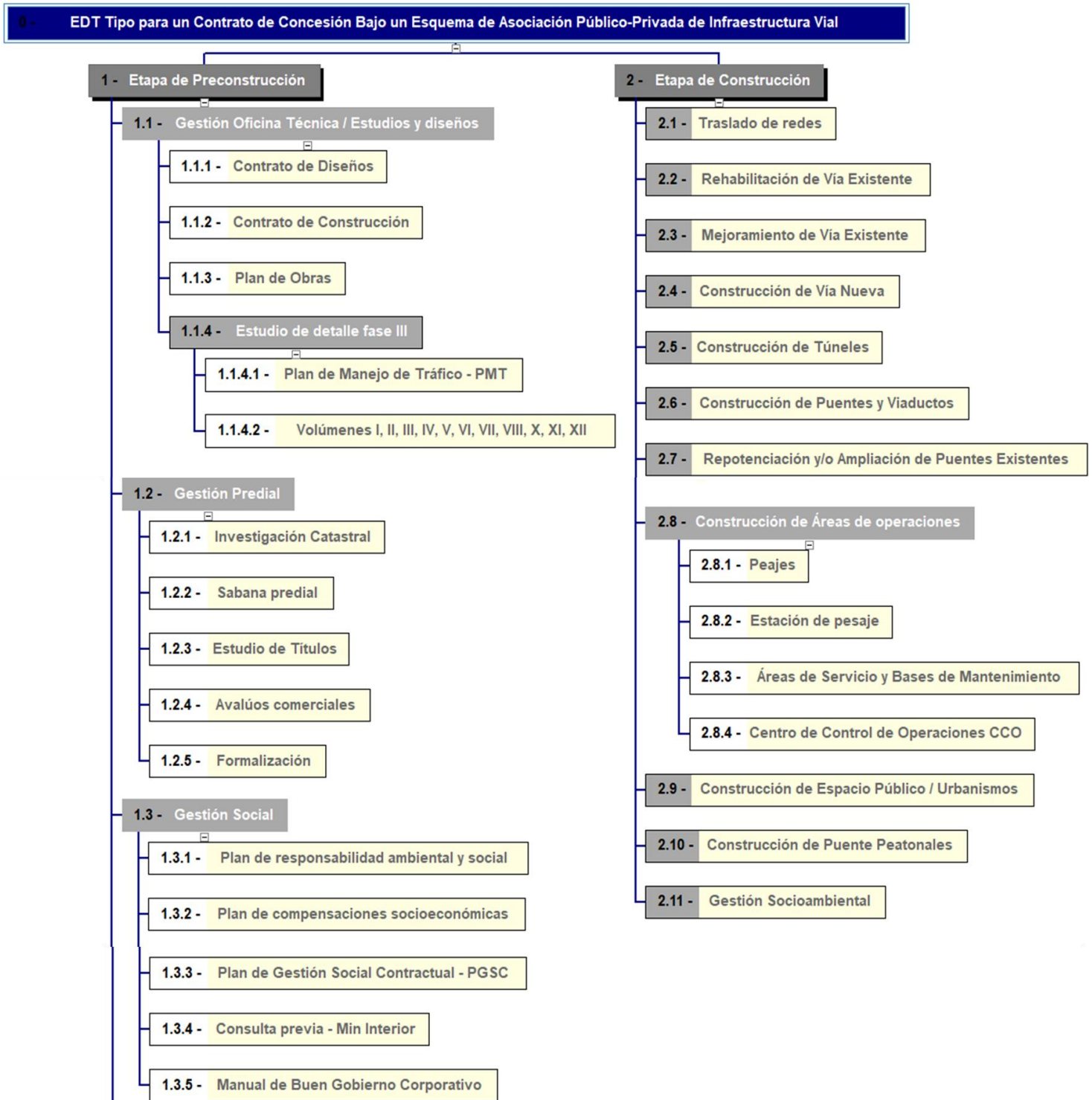
- Contrato de Concesión que se Derive del Proceso No. VJ-VE-APP-IPB-001-2016 “Corredor Vial Pamplona – Cúcuta”. Concesionario Unión Vial Río Pamplonita S.A.S.

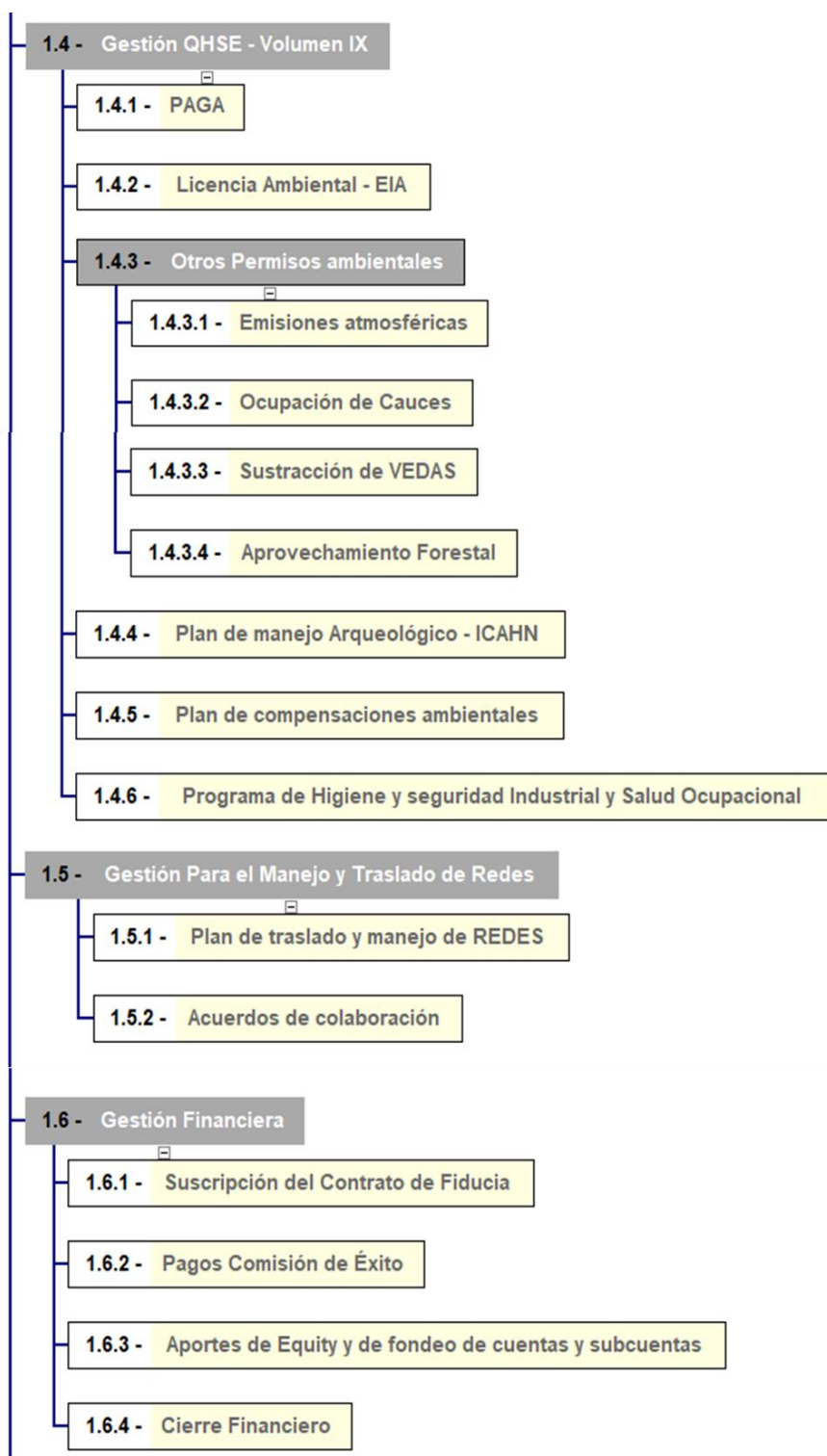
5.1 Criterios de aceptación y/o obligaciones contractuales

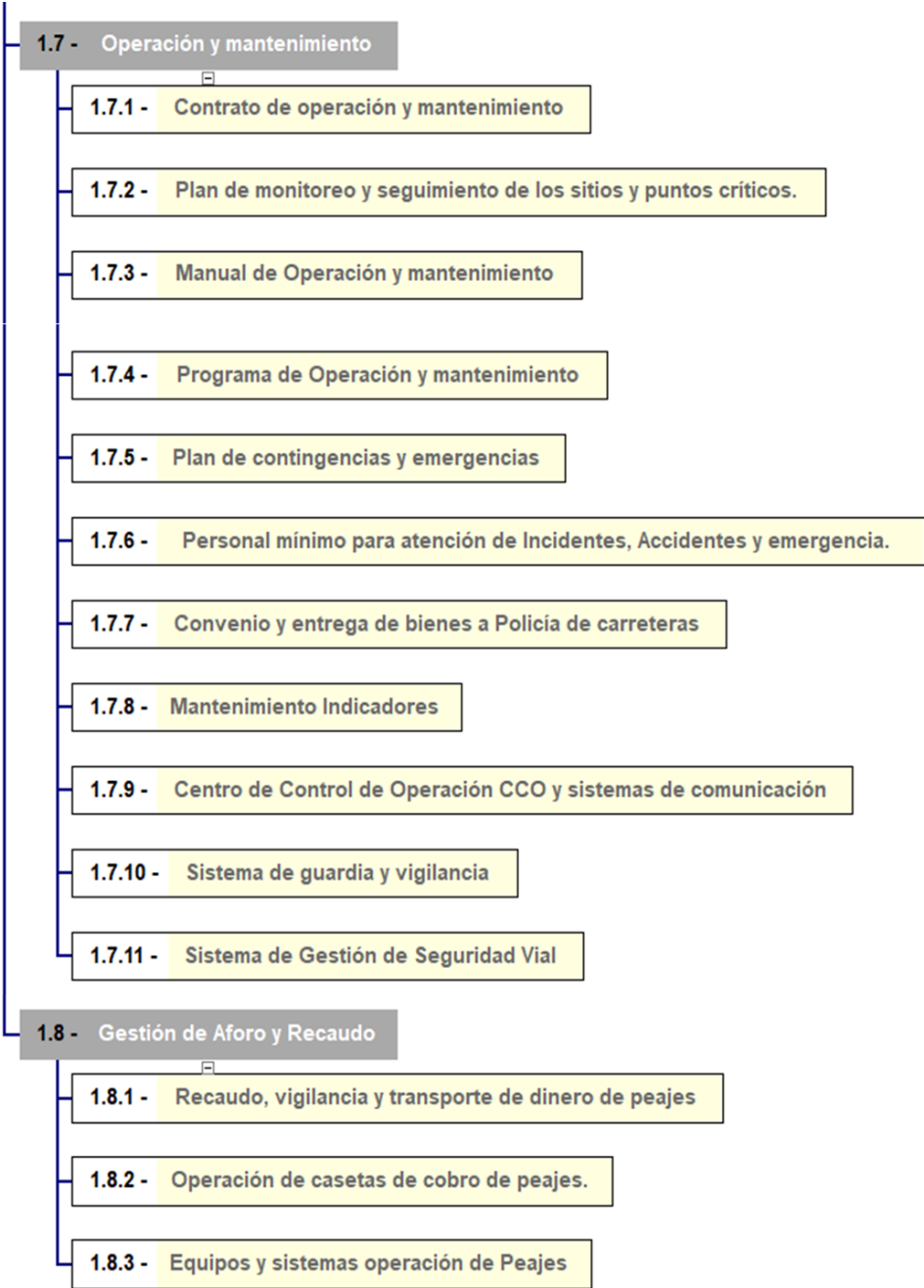
De acuerdo con la información consultada en las fuentes oficiales mencionadas anteriormente, se Puede generalizar una Estructura Detallada de Trabajo- EDT como sigue:

Ilustración 19

EDT Estructura de Desglose de Trabajo del Proyecto







Los entregables de la EDT cuenta con los criterios de aceptación partiendo de las obligaciones Contractuales del Concesionario contenidas expresamente en el Contrato Parte General, Parte Especial y apéndices Técnicos los cuales están clasificados de la siguiente manera:

- **Área técnica:** Esta contiene lo relacionado con ingenierías, Estudios de detalle fase III de acuerdo con lo mínimo establecidos contenidos en 13 volúmenes, así mismos hitos relacionados con los procesos constructivos especificaciones técnicas, cumplimiento de normatividad vigente entre otros.
- **Área predial:** Se refiere a todas las obligaciones necesarias para la adquisición de predios, que incluye Investigación Catastral, estudio de títulos, avalúos comerciales, ofertas formales de compra y registro de predios.
- **Área Social:** Se refiere a la gestión Social, manejo de comunidades, Buen gobierno, compensaciones socioeconómicas, Responsabilidad Social Corporativa relaciona con las comunidades del área de influencia del proyecto.
- **Área QHSE:** Contiene La gestión asociada a tramites ambientales, Higiene, Seguridad y Salud en el Trabajo y el cumplimiento de la Normatividad vigente asociada.
- **Área Redes:** Contiene la gestión asociada a lo relacionado con el traslado de redes que se encuentran dentro del trazado de la vía y que son necesarias para el inicio de las intervenciones de construcción.
- **Área Financiera:** este se refiere a puntos asociados a garantizar el Financiamiento del proyecto.
- **Área de Operación y mantenimiento:** Cumplimiento de los niveles de servicio de la vía durante la Fases de Preconstrucción y Construcción y su operatividad.

- **Área de Aforo y Recaudo:** Administración y aseguramiento de la operación de las infraestructuras de Peajes y Pesajes.

Se presenta en la siguiente tabla las obligaciones Contractuales y los Criterios de aceptación.

Tabla 15

Obligaciones Contractuales y los Criterios de aceptación

OBLIGACIONES CONCESIONARIO			
No.	Obligación	Ubicación en el Contrato	Criterio de aceptación
ASPECTOS GENERALES TRANSVERSALES			
	Cumplimiento en la entrega de Informe Gerencial mensual	Apéndice Técnico N°2, numeral 4.2.1 “Informes Mensuales”	Entrega de reporte mensual con las gestiones adelantadas durante cada periodo. El cual debe atender y subsanar todas las observaciones emitidas por la Interventoría.
	Cumplimiento en la entrega de Informe Trimestral	Contrato Parte General Capitulo 19.18	Entrega de Informe trimestral. El cual debe atender y subsanar todas las observaciones emitidas por la Interventoría.
	Cumplimiento en la entrega de los informes anuales.	Contrato de Concesión. Apéndice Técnico N°2 "Operación y mantenimiento". Numeral 4.2.	Verificar el cumplimiento del contenido de los informes de acuerdo con lo requerido en el Apéndice Técnico N°2 "Operación y mantenimiento". Numeral 4.2.3.1, 4.2.3.2 y 4.2.3.3.
	Actualizar el inventario de activos de la Concesión	Contrato Parte General Capitulo 4.2 (z)	Entrega de Inventario de activos de la Concesión dentro de los tres primeros meses de cada año.
1.1. TÉCNICA			
	Concesionario debe firmar el contrato de diseños	Contrato Parte General Capitulo 5.1 (a)	Concesionario debe suscribir el contrato de diseños máximo 30 días después de la firma de la fecha de inicio.
	Firma del contrato de construcción	Contrato Parte General Capitulo 5.1 (b)	El Concesionario debe suscribir el contrato de construcción máximo 240 días después de la fecha de inicio.
	Entrega de estudios de trazado y diseño geométrico de todas las unidades funcionales	Contrato Parte General Capitulo 6.1 (a)	Entrega de estudios de trazado y diseño geométrico de todas las unidades funcionales máximo 210 días después de la fecha de inicio. Los cuales deben atender la Observaciones presentadas por la Interventoría y se NO Objetados por la misma.
	Entrega de estudios de detalles de intervención de cada una de las unidades funcionales	Contrato Parte General Capitulo 6.1 (b)	Entrega de estudios de detalles de intervención de cada una de las unidades funcionales máximo 210 días después de la fecha de inicio. Los cuales deben atender la Observaciones presentadas por la Interventoría y se NO Objetados por la misma.
	Elaborar plan de monitoreo y seguimiento de los sitios y puntos críticos vulnerables en el corredor	Contrato Parte General Capitulo 4.2 (a)	Elaborar plan de monitoreo y seguimiento de los sitios y puntos críticos vulnerables en el corredor durante la Fase de Preconstrucción. Este debe atender las Observaciones presentadas por la Interventoría y subsanar las mismas.

OBLIGACIONES CONCESIONARIO			
No.	Obligación	Ubicación en el Contrato	Criterio de aceptación
	Entrega de plan de obras	Contrato Parte General Capitulo 4.2 (o)	Entrega de plan de obras máximo 270 días después de la fecha de inicio. Este debe ser No Objetado por la Interventoría.
1.2. PREDIAL			
	Investigación Catastral	Apéndice Técnico 7: Gestión Predial Capitulo II (2.19)	Entregar a satisfacción de la Interventoría y de la ANI la Investigación Catastral máximo 210 días después de la firma de la fecha de inicio
	Tira Topográfica	Apéndice Técnico 7: Gestión Predial Capitulo II (2.11)	Entregar a satisfacción de la Interventoría y de la ANI la Tira Topográfica máximo 210 días después de la firma de la fecha de inicio
	Inventario Predial	Apéndice Técnico 7: Gestión Predial Capitulo II (2.10)	Entregar a satisfacción de la Interventoría y de la ANI el Inventario Predial máximo 210 días después de la firma de la fecha de inicio
	Metodología de Adquisición de Predios	Apéndice Técnico 7: Gestión Predial Capitulo II (2.14)	Entregar a satisfacción de la Interventoría y de la ANI la Metodología de Adquisición de predios máximo 210 días después de la firma de la fecha de inicio
	Sábana Predial	Apéndice Técnico 7: Gestión Predial Capitulo II (2.17)	Entregar a satisfacción de la Interventoría y de la ANI la Sabana Predial máximo 210 días después de la firma de la fecha de inicio
	Cronograma de adquisición de Predios	Apéndice Técnico 7: Gestión Predial Capitulo II (2.7)	Entregar a satisfacción de la Interventoría y de la ANI el Cronograma de Adquisición de Predios máximo 210 días después de la firma de la fecha de inicio
	Plan de adquisición de Predios	Apéndice Técnico 7: Gestión Predial Capitulo IV (4.1)	Entregar a satisfacción de la Interventoría y de la ANI el Plan de Adquisición de Predios máximo 210 días después de la firma de la fecha de inicio
	Informes de Avance en la Adquisición	Apéndice Técnico 7: Gestión Predial Capitulo V (5.11)	Entregar a satisfacción de la Interventoría y de la ANI Informes mensuales del Avance de la Adquisición predial.
1.3. SOCIAL			
	Ejecutar por su propia cuenta y riesgo, la gestión social del proyecto, de conformidad en lo previsto en la constitución política, la ley aplicable y lo previsto en el contrato y sus apéndices, sin perjuicio de lo previsto en el contrato y en el apéndice en cuanto a la financiación de las compensaciones socioeconómicas y los reasentamientos	APÉNDICE TÉCNICO Sección 4.1 literal (a)	8. Aceptación PAGA o documento equivalente
	Levantamiento de fichas prediales	APÉNDICE TÉCNICO Secciones 5.3	8. Diligenciamiento de las fichas prediales completas y sus documentos

OBLIGACIONES CONCESIONARIO				
No.	Obligación	Ubicación en el Contrato		Criterio de aceptación
	Desarrollar con cargo a la subcuenta compensaciones ambientales, los procesos de reasentamiento que se prevén en la resolución 077 de 2012, cuando así lo solicite la ANLA	APÉNDICE Sección 4.1 literal (c)	TÉCNICO	8. Desarrollar con cargo a la subcuenta compensaciones ambientales, los procesos de reasentamiento que se prevén en la resolución 077 de 2012, cuando así lo solicite la ANLA, diligenciamiento de formatos
	Instalar las oficinas de atención al usuario y prestar los servicios asociados a estas,	APÉNDICE Sección 4.1 literal (d)	TÉCNICO	8. Instalar las oficinas de atención al usuario y prestar los servicios asociados a estas.
	Formular y presentar a la interventoría el plan de gestión social contractual PGSC, y sus actualizaciones	APÉNDICE TÉCNICO 8.Sección 4.1 literal (e)		Plan de Gestión Social Contractual PGSC diligenciado en cada uno de sus programas, entregado a interventoría y ANI.
	Entrega de informe trimestral - El Concesionario deberá presentar al Interventor y la ANI, dentro de los, cinco (5) primeros Días de cada trimestre, contados desde la Fecha de Inicio, un informe relativo al cumplimiento de las obligaciones relacionadas con el componente ambiental de la Gestión Social y Ambiental del Proyecto.	APÉNDICE Sección 4.1 literal (f)	TÉCNICO	8. Entrega de informe trimestral - El Concesionario deberá presentar al Interventor y la ANI, dentro de los, cinco (5) primeros Días de cada trimestre, contados desde la Fecha de Inicio, un informe relativo al cumplimiento de las obligaciones relacionadas con el componente ambiental de la Gestión Social y Ambiental del Proyecto.
	Solicitar la dirección de consultas previas del Ministerio del Interior la certificación de la presencia de comunidades negras, indígenas, raizales o palenqueras, para cualquier tipo de intervención y adelantar los procesos de consulta previa en los casos que el Ministerio del Interior certifique la presencia de comunidades étnicas en el área de influencia del proyecto	APÉNDICE Sección 4.1 literal (j)	TÉCNICO	8. Documento emitido por el Ministerio del Interior que certifique la presencia o no presencia de comunidades étnicas en el área de influencia del proyecto
	La página web deberá estar disponible dentro de los primeros dos meses posteriores a la Fecha de Inicio.	Apéndice Técnico 2 Operación y mantenimiento, numeral 3.3.3.2 Sistema de Información a los Usuarios:		Funcionamiento de la página WEB y aprobación de la Interventoría y la ANI del contenido de las piezas de divulgación que genere el proyecto y que serán distribuidas de forma masiva a la comunidad del área de influencia de este.
	Diseñar y entregar un Manual de Buen gobierno Corporativo	Contrato de Concesión Parte General Sección 4.2 (aa)		Diseñar y entregar un Manual de Buen Gobierno Corporativo dentro de los primeros noventa (90) días de la Fase de Preconstrucción.
1.4. AMBIENTAL				
24	Cumplimiento de las normas establecidas por la Ley Aplicable y/o por la Autoridad Ambiental, contenidos en la Licencia Ambiental y/o Plan	APÉNDICE Sección 2.1 literal (i)	TÉCNICO	6. Presentación de permisos ambientales específicos (licencia ambiental, permiso de emisiones, ocupación de cauces etc.), aceptación PAGA o documento equivalente

OBLIGACIONES CONCESIONARIO

No.	Obligación	Ubicación en el Contrato	Criterio de aceptación
	de Manejo Ambiental y/o PAGA y/o demás Licencias y Permisos de carácter ambiental.		
25	El Concesionario se abstendrá de adelantar Intervención alguna, y en general cualquier actividad, que requiera de Licencia y Permiso, antes de la obtención de este.	APÉNDICE Sección 2.1 literal (ii)	6. Presentación de permisos ambientales específicos (licencia ambiental, permiso de emisiones, ocupación de cauces etc.)
26	El Concesionario, a su cuenta y riesgo, deberá realizar todas las gestiones necesarias para el cumplimiento de la Ley Aplicable vigente, incluyendo la tramitación y obtención de las Licencias y Permisos	APÉNDICE Sección 2.1 literal (iii)	6. Presentación de permisos ambientales específicos (licencia ambiental, permiso de emisiones, ocupación de cauces etc.)
27	Sin perjuicio de la imposición de las sanciones y mecanismos, de apremio establecidos en el Capítulo X de la Parte General, el Concesionario será responsable de los pasivos originados por la inadecuada ejecución de la Gestión Social y Ambiental, en especial, la ejecución defectuosa o inejecución de las obligaciones establecidas en las Licencias y Permisos Ambientales y/o cualquier otro documento y/o requisito exigido por la Ley Aplicable de carácter ambiental. Así también, será responsable de cualquier sanción impuesta por la Autoridad Ambiental en el marco del Proyecto.	APÉNDICE Sección 2.1 literal (iv)	6. Presentación de evidencias de cumplimientos de lo requerido en los permisos ambientales específicos (licencia ambiental, permiso de emisiones, ocupación de cauces etc.)
28	El Concesionario remitirá a la Interventoría y la ANI en un término máximo de un (1) Día Hábil desde su envío o recepción, copia de todo documento remitido o dirigido a la Autoridad Ambiental junto con el radicado respectivo; y así mismo, remitirá copia de los documentos expedidos por dichas Autoridades, dentro de los (3) Días Hábiles siguientes a la expedición	APÉNDICE Sección 2.1 literal (vi)	6. Entrega copia de los radicados de solicitudes a la Autoridad Ambiental Competente AAC y copia de los actos administrativos que otorguen permisos.
29	El Concesionario deberá presentar al Interventor y la ANI, dentro de los, cinco (5) primeros Días de cada trimestre, contados desde la Fecha de Inicio, un informe relativo al cumplimiento de las obligaciones	APÉNDICE Sección 2.4 literal (a)	El Concesionario deberá presentar al Interventor y la ANI, dentro de los, cinco (5) primeros Días de cada trimestre, contados desde la Fecha de Inicio, un informe relativo al cumplimiento de las obligaciones relacionadas con el componente ambiental de la Gestión Social y Ambiental del Proyecto.

OBLIGACIONES CONCESIONARIO			
No.	Obligación	Ubicación en el Contrato	Criterio de aceptación
	relacionadas con el componente ambiental de la Gestión Social y Ambiental del Proyecto.		
30	El Concesionario deberá elaborar el Programa de Adaptación de la Guía Ambiental (PAGA) documento equivalente, de forma previa al inicio de las Intervenciones de cada Unidad Funcional	APÉNDICE TÉCNICO Sección 3.1 literal (a) subliteral (i) numeral (2)	6. El Concesionario deberá elaborar el Programa de Adaptación de la Guía Ambiental (PAGA) documento equivalente, de forma previa al inicio de las Intervenciones de cada Unidad Funcional
31	El Concesionario deberá definir todas las Licencias y Permisos requeridos para el desarrollo de las intervenciones, incluyendo las que apliquen por el uso y aprovechamiento de recursos naturales. Una vez identificados, el Concesionario debe iniciar inmediatamente los trámites	APÉNDICE TÉCNICO Sección 3.1 literal (a) subliteral (i) numeral (5)	6. Presentación de permisos ambientales específicos (licencia ambiental, permiso de emisiones, ocupación de cauces etc.)
32	El Concesionario deberá adelantar la consulta sobre la procedencia, o no, de adelantar un Diagnóstico Ambiental de Alternativas -DAA- ante la Autoridad Ambiental, así como su desarrollo para llevar a cabo las Intervenciones que, de acuerdo con la Ley Aplicable, así lo requieran.	APÉNDICE TÉCNICO Sección 3.1 literal (a) subliteral (ii)	6. El Concesionario deberá adelantar la consulta sobre la procedencia, o no, de adelantar un Diagnóstico Ambiental de Alternativas -DAA- ante la Autoridad Ambiental, así como su desarrollo para llevar a cabo las Intervenciones que, de acuerdo con la Ley Aplicable, así lo requieran. Entrega copia del radicado de consulta a la AAC y entrega concepto emitido por la AAC
33	El Concesionario elaborará y presentará a la ANI y al Interventor dentro de los ciento veinte (120) días siguientes a la Fecha de Inicio, un informe que contenga la forma, mecanismos y cronogramas previstos para el trámite y obtención de las Licencias Ambientales y demás Licencias y Permisos de carácter ambiental necesarios para el Proyecto, así como la elaboración y presentación de los PAGA.	APÉNDICE TÉCNICO 6.Sección 3.1 literal (b)	El Concesionario elaborará y presentará a la ANI y al Interventor dentro de los ciento veinte (120) días siguientes a la Fecha de Inicio, un informe que contenga la forma, mecanismos y cronogramas previstos para el trámite y obtención de las Licencias Ambientales y demás Licencias y Permisos de carácter ambiental necesarios para el Proyecto, así como la elaboración y presentación de los PAGA.
	Dentro del plan de gestión integral del cual trata el Apéndice Técnico 2, se deberán prever los mecanismos de cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en temas de medio ambiente y comunidad	APÉNDICE TÉCNICO Sección 3.2 literal (a)	6. Dentro del plan de gestión integral del cual trata el Apéndice Técnico 2, se deberán prever los mecanismos de cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en temas de medio ambiente y comunidad
	Un Plan de responsabilidad ambiental y social aplicable a la ejecución del proyecto durante todo el plazo del presente Contrato, de acuerdo con el Global Reporting Initiative	Contrato. Capítulo IV Numeral 4.2 literal (aa) (ii)	Remisión de documentos para la evaluación por parte de la interventoría Un Plan de responsabilidad ambiental y social aplicable a la ejecución del proyecto durante todo el plazo del presente Contrato, de acuerdo con el Global Reporting Initiative

OBLIGACIONES CONCESIONARIO

No.	Obligación	Ubicación en el Contrato	Criterio de aceptación
	<p>El Concesionario deberá implantar un Plan de Gestión Integral que deberá ser presentado al Interventor como parte del Manual de Operación. El Plan de Gestión Integral debe detallar los procesos para la medición de la calidad del servicio antes definido, el cumplimiento de las obligaciones medio ambientales, de seguridad industrial y la descripción de los sistemas y/o herramientas que implantará para asegurar la gestión integral de sus actividades durante todas las etapas del contrato. Dicho plan podrá actualizarse en función de cambios en las condiciones iniciales, incorporando también las variables medio ambientales y de seguridad industrial.</p>	<p>APENDICE TECNICO 2 Numeral 3.3.3.3</p>	<p>El Concesionario deberá implantar un Plan de Gestión Integral que deberá ser presentado al Interventor como parte del Manual de Operación. El Plan de Gestión Integral debe detallar los procesos para la medición de la calidad del servicio antes definido, el cumplimiento de las obligaciones medio ambientales, de seguridad industrial y la descripción de los sistemas y/o herramientas que implantará para asegurar la gestión integral de sus actividades durante todas las etapas del contrato. Dicho plan podrá actualizarse en función de cambios en las condiciones iniciales, incorporando también las variables medio ambientales y de seguridad industrial.</p>
	<p>Entregar los requerimientos básicos que exige el programa de salud ocupacional: política de salud ocupacional, reglamento de higiene y seguridad industrial, panorama de factores de riesgo y desarrollo de los subprogramas de salud ocupacional.</p>	<p>APÉNDICE TÉCNICO Capítulo 3 Numeral 3.1 (a-6)</p>	<p>6. Entregar los requerimientos básicos que exige el programa de salud ocupacional: política de salud ocupacional, reglamento de higiene y seguridad industrial, panorama de factores de riesgo y desarrollo de los subprogramas de salud ocupacional.</p>
	<p>Se deberá prever la existencia de un plan de contingencias que dé respuesta a cualquier imprevisto de orden endógeno o exógeno que se pueda presentar para el cumplimiento de lo previsto en este Apéndice. Para tal efecto, el Concesionario deberá contar con el personal y recursos adecuados para responder de manera efectiva a estas situaciones, cumpliendo con lo establecido en la Ley Aplicable.</p>	<p>APÉNDICE TÉCNICO Capítulo 3 Numeral 3.2 (b)</p>	<p>6. Se deberá prever la existencia de un plan de contingencias que dé respuesta a cualquier imprevisto de orden endógeno o exógeno que se pueda presentar para el cumplimiento de lo previsto en este Apéndice. Para tal efecto, el Concesionario deberá contar con el personal y recursos adecuados para responder de manera efectiva a estas situaciones, cumpliendo con lo establecido en la Ley Aplicable.</p>
	<p>Será responsabilidad del Concesionario el diseño del programa de higiene y seguridad industrial que aplicará durante la ejecución del Contrato, para lo cual, además de las normas y reglamentos aplicables, el Concesionario tendrá en cuenta lo previsto en los Anexos del Contrato, cuyo cumplimiento será verificado por el Interventor.</p>	<p>Contrato parte general Capitulo XVI Numeral 16.2</p>	<p>Entrega a al Interventoría y a la ANI del programa de higiene y seguridad industrial que aplicará durante la ejecución del Contrato, para lo cual, además de las normas y reglamentos aplicables, el Concesionario tendrá en cuenta lo previsto en los Anexos del Contrato, cuyo cumplimiento será verificado por el Interventor.</p>

1.5. REDES

OBLIGACIONES CONCESIONARIO			
No.	Obligación	Ubicación en el Contrato	Criterio de aceptación
	Plan para el traslado y manejo de REDES	Contrato Parte General Capitulo 4.2 (m)	Entregar un Plan para el traslado y manejo de REDES máximo 210 días después de la fecha de inicio. Este debe atender las Observaciones presentadas por la Interventoría y subsanar las mismas.
1.6. FINANCIERA			
	Entrega por parte del Concesionario de la comunicación de notificación de la fiduciaria y de entrega de la minuta del contrato de fiducia en forma oportuna	Contrato de Concesión Parte General Sección 3.13 (c)	Entrega por parte del Concesionario de la comunicación de notificación de la fiduciaria y de entrega de la minuta del contrato de fiducia en forma oportuna, durante los primeros cinco días hábiles del contrato
	Suscripción del contrato de fiducia en forma oportuna	Contrato de Concesión Parte General Sección 3.13 (c)	Suscripción del contrato de fiducia en forma oportuna. Durante los veinte días siguientes a la aceptación de la minuta por la ANI
	Cumplimiento del Concesionario en el primer pago de la Comisión de Éxito, en oportunidad y monto.	Contrato de Concesión Parte Especial Sección 3.7	Primer Pago Comisión de éxito. Durante los primeros treinta días del contrato.
	Cumplimiento del Concesionario en el segundo pago de la Comisión de Éxito, en oportunidad y monto.	Contrato de Concesión Parte Especial Sección 3.7	Segundo Pago Comisión de éxito. Durante los treinta días siguientes a la acreditación del cierre financiero
	Reembolso del valor de los estudios realizados durante la precalificación por los precalificados no adjudicatarios del contrato.	Contrato de Concesión Parte General Sección 2.3 (b) (viii)	Reembolso de Estudios. Durante los primeros veinte días hábiles del contrato
	Cumplimiento del cronograma de aportes de Equity y de fondeo de cuentas y subcuentas	Contrato de Concesión Parte Especial Secciones 4.4. y 4.5	Cumplimiento del cronograma de aportes de Equity y de fondeo de cuentas y subcuentas
	Realizar la correcta distribución de los Aportes ANI, de los recaudos de peaje y de los ingresos por explotación comercial, de acuerdo con las condiciones contractuales para cada Unidad Funcional	Contrato de Concesión Parte Especial Secciones 3.14, 4.4. y 4.5 (Complementado en la sección 4.1. de la Parte Especial)	Realizar la correcta distribución de los Aportes ANI, de los recaudos de peaje y de los ingresos por explotación comercial, de acuerdo con las condiciones contractuales para cada Unidad Funcional
	Revisión del cumplimiento de la fiduciaria en la entrega oportuna de la información y de las obligaciones del Concesionario allí certificadas.	Contrato de Concesión Parte General Sección 3.15 (I)	Auditoria al Patrimonio Autónomo permanente
	Obtener la financiación del Proyecto en los términos de la Sección 3.7 y lograr el Cierre Financiero de conformidad con la previsto en la Sección 3.8.de la Parte General.	Parte General numeral IV (a)	Firma del Cierre Financiero

OBLIGACIONES CONCESIONARIO

No.	Obligación	Ubicación en el Contrato	Criterio de aceptación
	<p>Presentar a la ANI y al interventor los estados financieros auditados del Concesionario y del Patrimonio Autónomo, a 31 de diciembre y 30 de junio y no auditados en forma trimestral. La auditoría de dichos estados financieros deberá ser efectuada por un auditor independiente que preste sus servicios a nivel intencional es decir que preste sus servicios en par la menos dos países diferentes a Colombia. Adicionalmente, deberá mantener en su contabilidad claramente identificados los ingresos y egresos correspondientes a cada Unidad Funcional</p>	Parte General numeral IV (q)	Presentación de los Estados Financieros auditados y no auditados, Trimestral y Semestralmente.
	<p>Presentar a la ANI y al interventor un informe mensual (dentro de los primeros quince (15) Días del mes suscrito por su auditor sobre los criterios empleados para el Concesionario para contabilizar la acumulación de los ingresos y egresos por Unidad Funcional</p>	Parte General numeral IV (q)	Informe de Criterios de Contabilización. Mensual, dentro de los primeros quince (15) Días del mes
1.7. OPERATIVA			
	Entrega del Manual de Operación y Mantenimiento	Contrato de Concesión parte General, Numeral 9.5 Literal (a).	Entrega del Manual de Operación y Mantenimiento el cual debe cumplir con los términos del Apéndice Técnico 2 del Contrato de Concesión, numeral 3.2.1. Máximo 30 días a partir de la fecha de inicio.
	Entrega del Programa de Operación y Mantenimiento	Contrato de Concesión. Apéndice Técnico N°2 Operación y mantenimiento.	Entrega del Programa de Operación y Mantenimiento el cual debe cumplir con los términos del Apéndice Técnico 2 del Contrato de Concesión, numeral 4.2.4.
	Entrega del plan de contingencia y emergencia	Contrato de Concesión parte General, Numeral 4.2 Literal (aa), subliteral (iii)	Entrega del plan de contingencia y emergencia, este debe ser entregado a la ANI y al Interventor dentro de los primeros noventa (90) Días de la fase de Preconstrucción
	<p>Cumplimiento con equipo y personal mínimo requerido para atención de incidentes, accidentes, emergencias y rescates. (vehículos de vigilancia, carros taller, grúas, ambulancias, elementos de rescate y, personal y equipo de atención medica). 24 horas al día 365 días del año</p>	Contrato de Concesión. Apéndice Técnico N°2 "Operación y mantenimiento"., numeral 3.3.3.I	<p>Cumplimiento con equipo y personal mínimo requerido para atención de incidentes, accidentes, emergencias y rescates. (vehículos de vigilancia, carros taller, grúas, ambulancias, elementos de rescate y, personal y equipo de atención medica). 24 horas al día 365 días del año. De acuerdo a lo requerido en el apéndice técnico N°2, numeral 3.3.3.I Sistema de Atención de Incidentes, Accidentes y Emergencias, literal (a), (b), (c), (d), (e).</p>

OBLIGACIONES CONCESIONARIO

No.	Obligación	Ubicación en el Contrato	Criterio de aceptación
	Entrega y puesta en marcha del plan de manejo de tráfico y señalización específico de cada unidad funcional. Dicho plan será parte del Estudio de Señalización que el Concesionario habrá de presentar junto con los Estudios de Detalle y Estudios de Trazado y Desafío Geométrico.	Contrato de Concesión. Apéndice Técnico N°2 "Operación y mantenimiento". Numeral 3.3.5.	Entrega y puesta en marcha del plan de manejo de tráfico y señalización específico de cada unidad funcional. Dicho plan será parte del Estudio de Señalización que el Concesionario habrá de presentar junto con los Estudios de Detalle y Estudios de Trazado y Desafío Geométrico. Máximo 210 días después de la fecha de inicio
	Instalación de las vallas informativas, la cual debe contener la información básica de las obras.	Contrato de Concesión. Apéndice Técnico N°2 "Operación y mantenimiento". Numeral 3.3.5.2, literal (g).	Instalación de las vallas informativas, la cual debe contener la información básica de las obras. Veinte (20) días después del acta de inicio.
	Establecimiento, vigencia y cumplimiento del protocolo de coordinación con la Policía de Carreteras y la entrega bienes a que está obligado el concesionario. Entrega del Protocolo	Contrato de Concesión. Apéndice Técnico N°2 "Operación y mantenimiento". Numeral 3.3.9	Establecimiento, vigencia y cumplimiento del protocolo de coordinación con la Policía de Carreteras y la entrega bienes a que está obligado el concesionario. De acuerdo a lo exigido en el Apéndice Técnico N°2 "Operación y mantenimiento". Numeral 3.3.9. Treinta (30) días después del inicio del contrato de concesión
	Cumplimiento de los niveles de servicio en la etapa preoperativa (Medición de Indicadores)	Contrato de Concesión. Apéndice Técnico N°2 Operación y mantenimiento, numeral 3.3 Tabla N°1, N°2 y N°3	Cumplimiento con el nivel de servicio esperado para cada indicador según lo estipulado en las Tablas N°1, N°2 y N°3 del Apéndice Técnico No.2.
	Cumplir con la Construcción, operación y funcionamiento del Centro de Control de Operación CCO y sistemas de comunicación. El Centro de operación deberá estar operativo a más tardar dentro de los primeros seis meses de la Etapa Preoperativa.	Contrato de Concesión. Apéndice Técnico N°2 "Operación y mantenimiento". Numeral 3.3.10.	Cumplir con la Construcción, operación y funcionamiento del Centro de Control de Operación CCO y sistemas de comunicación. El Centro de operación deberá estar operativo a más tardar dentro de los primeros seis meses de la Etapa Preoperativa. Verificar el cumplimiento de los requerimientos del Apéndice Técnico N°2 "Operación y mantenimiento". Numeral 3.3.10.1
	Debe estar operativo el Sistema de Guardia y de Vigilancia, encargado de vigilar las estructuras físicas y las áreas del derecho de vía del sistema vial, a fin de garantizar la integridad de los activos.	Contrato de Concesión. Apéndice Técnico N°2 "Operación y mantenimiento". Numeral 3.3.11.	Debe estar operativo el Sistema de Guardia y de Vigilancia, encargado de vigilar las estructuras físicas y las áreas del derecho de vía del sistema vial, a fin de garantizar la integridad de los activos. Verificar el cumplimiento de los requerimientos del Apéndice Técnico N°2 "Operación y mantenimiento". Numeral 3.3.11
	Con relación a la infraestructura entregada por la ANI, el Concesionario deberá haber suscrito un contrato de operación y mantenimiento durante la etapa preoperativa, o haber expresado que ejercerá dichas obligaciones directamente.	Contrato parte general Capítulo 4.1 (b)	De realizarse la operación y mantenimiento por parte de un contratista la ANI verificará el cumplimiento de los establecido en la parte especial del contrato de concesión, la documentación se deberá entregar 5 días hábiles después de la firma del acta de inicio. De no entregarse nada se entenderá que el Concesionario ejercerá dichas actividades

OBLIGACIONES CONCESIONARIO

No.	Obligación	Ubicación en el Contrato	Criterio de aceptación
	Cumplimiento en la estructuración e implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad Vial - SGSV, que permita la identificación, evaluación y priorización de los peligros que puedan afectar los distintos usuarios del Proyecto.	Contrato de Concesión. Apéndice Técnico N°3 "Especificaciones generales". Capítulo VI	Cumplimiento en la estructuración e implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad Vial - SGSV, que permita la identificación, evaluación y priorización de los peligros que puedan afectar los distintos usuarios del Proyecto. Verificar el cumplimiento de los requerimientos del Contrato de Concesión Apéndice Técnico N°3 "Especificaciones generales". Capítulo VI, numeral 6.1.
1.8. AFORO Y RECAUDO			
	El Concesionario tendrá la obligación de llevar a cabo el Recaudo de Peaje de la totalidad de las Estaciones de Peaje del Proyecto cuando. le sean entregadas por la ANI, así como también de los valores por 'contribución al Fondo de Seguridad Vial o cualquier otra sobretasa, contribución o similar que tenga destinación diferente al Proyecto.	Contrato de Concesión. "Parte general" numeral 3.3(c)	Recaudo, transporte y entrega de dineros asociados a las estaciones de peajes Operativas.
	Dar los avisos correspondientes a las autoridades de tránsito competentes y colaborar con las mismas en el control de la utilización de vías que tengan como finalidad o efecto la evasión y/o elusión en el pago del Peaje, obligación que aplica también para la Fase de Construcción y la Etapa de Operación y Mantenimiento.	Contrato de Concesión. "Parte general" numeral 4,2(r)	Control y avisos correspondientes a las autoridades de tránsito competentes y colaborar con las mismas en el control de la utilización de vías que tengan como finalidad o efecto la evasión y/o elusión en el pago del Peaje.
	Las Estaciones nuevas serán ubicadas e instaladas por el Concesionario conforme lo establece el Capítulo III del Apéndice Técnico 1 de este Contrato.	Contrato de Concesión. "Parte Especial" numeral 3.6(b)	Instalación de nuevas casetas de Peajes y o reubicación de existentes conforme lo establece el Capítulo III del Apéndice Técnico 1 de este Contrato.
	Debe dar cumplimiento con la estructura tarifaria en peajes.	Contrato de Concesión. "Parte Especial" numeral 4.2	Dar cumplimiento con la estructura tarifaria en peajes según la Normatividad Vigente.
	El Concesionario deberá construir, operar y mantener cómo mínimo, una (1) Estación de Pesaje fija en el Corredor del Proyecto. Dicha Estación deberá contar, además de lo previsto en el Apéndice Técnico 2, con las características mínimas establecidas en el Apéndice técnico 1, numeral 3.2(a). Igualmente, debe contemplar una (1) Estación de Pesaje móvil.	Contrato de Concesión - Apéndice técnico N°1 numeral 3.2	Construir, operar y mantener cómo mínimo, una (1) Estación de Pesaje fija en el Corredor del Proyecto.

OBLIGACIONES CONCESIONARIO

No.	Obligación	Ubicación en el Contrato	Criterio de aceptación
	<p>Además del equipamiento de cobro y control, el Concesionario deberá dotar a la Estación de Peaje con el equipamiento y los servicios públicos suficientes para sustentar su Operación, incluyendo la Construcción de edificaciones de apoyo para servicios sanitarios y de descanso para el personal que trabaja en la Estación de Peaje, estacionamientos para los vehículos del Concesionario, oficinas, área para el manejo seguro de dinero y, espacios para la ubicación de equipos de computación que permitan el almacenaje y transmisión de datos, pero sin limitarse a ellos. La Estación de Peaje también debe contar con equipos para la Operación del peaje en condiciones de falla de la energía eléctrica.</p>	<p>Contrato de Concesión - Apéndice técnico N°2 numeral 3.3.4.1</p>	<p>Dotación del equipamiento de cobro y control, Servicios públicos suficientes para sustentar su Operación, incluyendo la Construcción de edificaciones de apoyo para servicios sanitarios y de descanso para el personal que trabaja en la Estación de Peaje, estacionamientos para los vehículos del Concesionario, oficinas, área para el manejo seguro de dinero y, espacios para la ubicación de equipos de computación que permitan el almacenaje y transmisión de datos, pero sin limitarse a ellos. La Estación de Peaje también debe contar con equipos para la Operación del peaje en condiciones de falla de la energía eléctrica.</p>
	<p>Las Estaciones de Peaje deben operar durante las 24 horas del Día todos los Días del año.</p>	<p>Contrato de Concesión - Apéndice técnico N°2 numeral 3.3.4.2</p>	<p>Garantizar que Las Estaciones de Peaje Operen durante las 24 horas del Día todos los Días del año.</p>
	<p>Durante la fase de Preconstrucción, el Concesionario deberá presentar, junto con otros estudios, una propuesta de la tecnología que empleará para desarrollar la modalidad de pago de cobro automático, incluyendo la posibilidad de aceptar tarjetas de débito y/o crédito del sistema bancario.</p>	<p>Contrato de Concesión - Apéndice técnico N°2 numeral 3.3.4.3</p>	<p>Presentar, junto con otros estudios, una propuesta de la tecnología que empleará para desarrollar la modalidad de pago de cobro automático, incluyendo la posibilidad de aceptar tarjetas de débito y/o crédito del sistema bancario.</p>
	<p>Todos los equipos que se utilicen en las Estaciones de Peaje deberán contar con la capacidad y la tecnología suficientes para almacenar y enviar la información directamente y en tiempo real a las centrales de los Centros de Control de Operación y a la ANI; en caso de que se interrumpa el envío de la información, el Concesionario deberá asegurar su almacenamiento y su posterior envío a la ANI lo más pronto posible, pero en cualquier caso no después de tres (3) Días.</p>	<p>Contrato de Concesión - Apéndice técnico N°2 numeral 3.3.4.5</p>	<p>Todos los equipos que se utilicen en las Estaciones de Peaje deberán contar con la capacidad y la tecnología suficientes para almacenar y enviar la información directamente y en tiempo real a las centrales de los Centros de Control de Operación y a la ANI; en caso de que se interrumpa el envío de la información, el Concesionario deberá asegurar su almacenamiento y su posterior envío a la ANI lo más pronto posible, pero en cualquier caso no después de tres (3) Días.</p>
	<p>En cada Estación de Peaje, el Concesionario deberá instalar, antes de la suscripción del Acta de Terminación de la Unidad Funcional</p>	<p>Contrato de Concesión - Apéndice técnico N°2 numeral 3.3.4.5</p>	<p>En cada Estación de Peaje, el Concesionario deberá instalar, antes de la suscripción del Acta de Terminación de la Unidad Funcional correspondiente, al menos tres (3) sistemas de control como a) Cámaras, b) sensores Ópticos, c) Sensores inductivos, d) Peanas.</p>

OBLIGACIONES CONCESIONARIO

No.	Obligación	Ubicación en el Contrato	Criterio de aceptación
	<p>correspondiente, al menos tres (3) sistemas de control como a) Cámaras, b) sensores Ópticos, c) Sensores inductivos, d) Peanas.</p>		
	<p>Como mínimo, el sistema de Operación de la Estación de Peaje deberá generar los siguientes reportes de tráfico por categoría de vehículos:(a) Reporte horario total Día Calendario por carril.(b) Reporte horario por turno.(c) Reporte horario total Día Calendario por sentido.(d) Reporte horario total Día Calendario total estación.(e) Reporte diario por carril.(f) Reporte diario por sentido.(g) Reporte diario total estación.(h) Reporte por turno por carril.(i) Reporte total por turno. G) Reporte de discrepancias entre lo detectado por los sensores de paso y lo registrado por el recaudador en la consola de Operación, ya sea por clasificación del vehículo o por forma de pago. En este reporte sólo aparecerán los casos con inconsistencias, indicando la hora en la cual se presentó.(k) Reporte de reversibilidad, en el cual aparecerán todos los vehículos que transiten en sentido contrario al de flujo normal, tanto lo reportado por los sensores de paso como por lo digitado por los recaudadores en las consolas de Operación, e indicando la hora del contraflujo.(l) Reporte de totales en el período que determine la ANI y/o la Interventoría.</p> <p>Todas las básculas utilizadas deben tener una capacidad de 100 toneladas. Las básculas fijas deberán tener una precisión de alrededor del 1 %, mientras que las dinámicas y las móviles podrán tener una precisión menor al 1 %. Todas las básculas fijas deberán contar con un sistema automático de impresión del peso, identificando el vehículo y la compañía de transporte. La Interventoría verificará que se cumplan estas disposiciones.</p>	<p>Contrato de Concesión - Apéndice técnico N°2 numeral 3.3.4.6</p>	<p>Como mínimo, el sistema de Operación de la Estación de Peaje deberá generar los siguientes reportes de tráfico por categoría de vehículos:(a) Reporte horario total Día Calendario por carril.(b) Reporte horario por turno.(c) Reporte horario total Día Calendario por sentido.(d) Reporte horario total Día Calendario total estación.(e) Reporte diario por carril.(f) Reporte diario por sentido.(g) Reporte diario total estación.(h) Reporte por turno por carril.(i) Reporte total por turno. G) Reporte de discrepancias entre lo detectado por los sensores de paso y lo registrado por el recaudador en la consola de Operación, ya sea por clasificación del vehículo o por forma de pago. En este reporte sólo aparecerán los casos con inconsistencias, indicando la hora en la cual se presentó.(k) Reporte de reversibilidad, en el cual aparecerán todos los vehículos que transiten en sentido contrario al de flujo normal, tanto lo reportado por los sensores de paso como por lo digitado por los recaudadores en las consolas de Operación, e indicando la hora del contraflujo.(l) Reporte de totales en el período que determine la ANI y/o la Interventoría.</p> <p>Todas las básculas utilizadas deben tener una capacidad de 100 toneladas. Las básculas fijas deberán tener una precisión de alrededor del 1 %, mientras que las dinámicas y las móviles podrán tener una precisión menor al 1 %. Todas las básculas fijas deberán contar con un sistema automático de impresión del peso, identificando el vehículo y la compañía de transporte. La Interventoría verificará que se cumplan estas disposiciones.</p>
		<p>Contrato de Concesión - Apéndice técnico N°2 numeral 3.3.8</p>	

OBLIGACIONES CONCESIONARIO			
No.	Obligación	Ubicación en el Contrato	Criterio de aceptación
	Establecer, documentar y mantener un sistema de gestión de calidad como medio para asegurar el cumplimiento de sus obligaciones	Contrato Parte General Capitulo 4.5 (o)	Establecer, documentar y mantener un sistema de gestión de calidad como medio para asegurar el cumplimiento de sus obligaciones
	Entregar a satisfacción del Interventor y de la ANI las intervenciones ejecutadas dentro de los plazos previstos en el plan de obras y responder por su calidad y estabilidad en los términos previstos en el contrato y sus apéndices	Contrato Parte General Capitulo 4.5 (r)	Entregar a satisfacción del Interventor y de la ANI las intervenciones ejecutadas dentro de los plazos previstos en el plan de obras y responder por su calidad y estabilidad en los términos previstos en el contrato y sus apéndices
	Implementar la instrumentalización y el monitoreo de los sitios previamente definidos en la fase de Preconstrucción	Contrato Parte General Capitulo 4.5 (r)	Implementar la instrumentalización y el monitoreo de los sitios previamente definidos en la fase de Preconstrucción
	Durante la ejecución del contrato, el concesionario deberá mantener actualizado y a disponibilidad el interventor y de la ANI en todo momento una Memoria Técnica	Contrato Parte General Capitulo 4.16	Durante la ejecución del contrato en su etapa de Construcción, el concesionario deberá mantener actualizado y a disponibilidad el interventor y de la ANI en todo momento una Memoria Técnica y debe ser entregada el primer día de cada mes.
	Cumplimiento de las especificaciones técnicas	Contrato Parte General Capitulo 4.11 (a)	Cumplimiento de las especificaciones técnicas.
	Firma acta de terminación de intervenciones de cada unidad funcional	Contrato parte General 2.5 (3) Apéndice técnico 3 Cap. 2.3	Firma acta de terminación de intervenciones de cada unidad funcional, Entrega de cada UF, cuyo incluyente planos as-build y Memoria Técnica.
	Cumplir con los Plazos máximo de entrega presentados en el Plan de Obras de las intervenciones de cada UF, desde el inicio de la fase de construcción hasta la firma del acta de terminación	Contrato parte especial Capitulo 5.3	Cumplir con los Plazos máximo de entrega presentados en el Plan de Obras de las intervenciones de cada UF, desde el inicio de la fase de construcción hasta la firma del acta de terminación
	Cumplimiento en la estructuración e implementación del Sistema Informático de Contabilización y Control SICC, el cual será utilizado para el registro de la información relacionada con la evaluación de los indicadores.	Contrato de Concesión. Apéndice Técnico N°4 "Indicadores". Capitulo V.	Verificar el cumplimiento de todos los requerimientos del capítulo V del Apéndice Técnico N°4 "Indicadores". Noventa (90) días antes de la suscripción del acta de terminación de la primera unidad funcional
	Cumplir con los indicadores de Nivel de servicio	Contrato de Concesión. Apéndice Técnico N°2 Operación y mantenimiento. Tabla N°2.	Cumplir con los indicadores de Nivel de servicio
	Efectuar la operación y mantenimiento del proyecto	Contrato Parte General Capitulo 4.5 (c)	Efectuar la operación y mantenimiento del proyecto hasta que se haya surcito el Acta de Terminación de cada UF, según lo establecido en el Apéndice Técnico 2.

OBLIGACIONES CONCESIONARIO			
No.	Obligación	Ubicación en el Contrato	Criterio de aceptación
	Obtener y mantener en vigor las Garantías	Contrato Parte General Capitulo 4.5 (d)	Obtener y mantener en vigor las Garantías tanto del contrato Principal como de los establecidos con Proveedores vinculados al Proyecto.
	Efectuar la Gestión Predial	Contrato Parte General Capitulo 4.5 (n)	Efectuar la Gestión Predial de manera que se garantice como mínimo una disponibilidad del 40% de la longitud efectiva, antes de iniciar las intervenciones
	Ejecutar el plan de Gestión social Contractual PGSC, para lo cual contara con su propio equipo social	APÉNDICE TÉCNICO Sección 4.1 literal (h)	8. Ejecutar el plan de Gestión social Contractual PGSC, para lo cual contara con su propio equipo social
	Remitir a la Interventoría y a la ANI, el informe de cumplimiento ambiental (ICA) dentro de los dos (2) días siguientes a su presentación a la Autoridad Ambiental.	APÉNDICE TÉCNICO 6.Sección 4.1 literal (c)	Remitir a la Interventoría y a la ANI, el informe de cumplimiento ambiental (ICA) dentro de los dos (2) días siguientes a su presentación a la Autoridad Ambiental.
	Durante la implementación de las Intervenciones de la Unidad Funcional (etapa en la que se ejecutará también el PAGA asociado), el Concesionario deberá adelantar al menos dos auditorías integrales, a su cuenta y riesgo, dos (2) Auditorías Integrales con una firma de Auditoría externa	Sección 4.1 literal (c)	Programaciones auditorias, entrega resultados de auditoria
	Dentro de los dos (2) meses siguientes a que se concluyan las Intervenciones en cada una de las Unidades Funcionales del Proyecto, el Concesionario realizará el "cierre ambiental" de la misma, por medio del cual éste evaluará y confirmará que ha cumplido con lo estipulado en la Licencia Ambiental, el PAGA, las Licencias y Permisos, Planes de Compensación y/o requerimientos proferidos para dicha Unidad Funcional	APÉNDICE TÉCNICO Sección 4.2 literal (a) y (b)	6. Entrega informes de cierre Ambiental

Fuente: Información contenida en el SECOP I, consulta realizada el 13/enero/2023

5.2 Comparativo de Dos contratos de Concesión de Infraestructura Vial

Tabla 16

Comparativo de Dos contratos de Concesión de Infraestructura Vial

	Descripción	Autopista al Rio Magdalena 2	Pamplona - Cúcuta
Información General	Fecha de firma del contrato	10/12/2014	2/06/2017
	Inicio de Pre-Construcción	13/03/2015	31/07/2017
	Inicio Construcción	21/04/2016	1/08/2018
	Inicio Operación	14/09/2023	7/11/2023
	Fecha de referencia	31/12/2012	31/12/2015
	Plazo	25 años	25 años
	Plazo Preconstrucción	12 meses	14 meses
	Plazo de Construcción	91 meses	64 meses
	Valor del contrato fecha de referencia	COP \$ 1.740.428 Mill.	COP \$ 2.072.320 Mill.
	Valor del contrato Indexado	COP \$ 3.487.729 Mill.	COP \$ 3.417.723 Mill.
	CAPEX Indexado	COP \$ 2.125.273 Mill.	COP \$ 2.243.745 Mill.
	OPEX indexado	COP \$ 1.362.457 Mill.	COP \$ 1.173.979 Mill.
	Longitud Concesionada (KM)	144 km	62,6 km
Tipo de Intervención	Mejoramiento Calzada Sencilla	10.26 km	n/a
	Construcción Calzada Sencilla	85.10 km	4.02 km
	Construcción Tercer Carril	22.52 km	n/a
	Construcción Segunda Calzada	n/a	45.95 km
	Rehabilitación Calzada Sencilla	48.97 km	51 km
	Rehabilitación Segunda Calzada	n/a	11 km
	Adecuación de Peaje	1	n/a
	Construcción Áreas de Servicio	2	2
	Construcción CCO	1	1

	Descripción	Autopista al Rio Magdalena 2	Pamplona - Cúcuta
	Construcción Estación de Peaje	2	2
	Construcción Estación de Pesaje	2	2
	Construcción de Túnel	n/a	3
	Construcción Puentes	26	23
	Rehabilitación de Puentes	2	22
Financiero	Fecha Constitución Patrimonio Autónomo	27/01/2015	4/07/2017
	Fecha Cierre Financiero Contractual	7/02/2016	1/08/2018
	Equity en pesos	COP \$ 600.791 Mill.	COP \$ 590.144 Mill.
	Equity Fondado en pesos	COP \$ 882.867 Mill.	COP \$ 439.784 Mill.
	Cierre Financiero en pesos	COP \$ 1.984.386 Mill.	COP \$ 2.261.446 Mill.
	Vigencias Futuras Totales en Pesos	COP \$ 588.225 Mill.	s/n
Concesionario	Concesionario	Autopista Rio Magdalena S.A.S	Unión Vial Río Pamplonita S.A.S.
	Numero de Contrato	008-2014	002-2017
	Composición Accionaria	ALEATICA SAS: 60.000059%	SACYR CONCECIONES COLOMBIA SAS: 99.9869%
		ALEATICA SA: 39.9999904%	SACYR CONCESIÓN PARTICIPADAS I SL: 0.013100%
		ALEATICA SAU: 0.000004%	n/a
	Objeto del contrato Parte General	Contrato de Concesión bajo un esquema de asociación publico privada en términos de la Ley 1508 de 2012, tiene por objeto el otorgamiento de una concesión para que, de conformidad en lo previsto en el presente contrato, el Concesionario, por su cuenta y Riesgo, lleve a cabo el proyecto.	Contrato de Concesión bajo un esquema de asociación publico privada en términos de la Ley 1508 de 2012, tiene por objeto el otorgamiento de una concesión para que, de conformidad en lo previsto en el presente contrato, el Concesionario, por su cuenta y Riesgo, lleve a cabo el proyecto.
	Objeto del contrato Parte Especial y AT	Construcción de vía nueva en calzada sencilla	Construcción de vía nueva en calzada sencilla
		Construcción segunda Calzada	Construcción segunda Calzada
		Rehabilitación	Rehabilitación
		Mantenimiento	Mantenimiento
Mejoramiento		Mejoramiento	
		Construcción de Túnel bidireccional	

Descripción		Autopista al Rio Magdalena 2	Pamplona - Cúcuta
		Gestión predial	Gestión predial
		Gestión Ambiental y Social	Gestión Ambiental y Social
		Estudios y diseños	Estudios y diseños
		Operación y mantenimiento	Operación y mantenimiento
		Traslado de redes	Traslado de redes
		Aforo y recaudo	Aforo y recaudo
		Construcción	Construcción
	Novedades contractuales	11	5
	Etapas actuales	Construcción	Construcción
Interventoría	Interventor	Unión Temporal Concesiones 4G	AFA CONSULTORES Y CONSTRUCTORES S.A.
	Numero de Contrato	024-2015	353-2017
	Fecha de Suscripción	10/12/2014	17/07/2017
	Composición Accionaria	AFA CONSULTORES Y CONSTRUCTORES SA: 62% INCGROUP SAS: 38%	AFA CONSULTORES Y CONSTRUCTORES SA: 100%
Consulta documental	Link de consulta ANISCOPIO	https://aniscopio.ani.gov.co/reportes/carreteros/proyectoDetalle/8	https://aniscopio.ani.gov.co/reportes/carreteros/proyectoDetalle/13
		Fecha de consulta: 04/04/2023	Fecha de consulta: 04/04/2023
	Enlace SECOP:	https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-19-1585022	https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=16-19-5730078
		Fecha de consulta: 04/04/2023	Fecha de consulta: 04/04/2023
	Proceso Número	VJ-VE-IP-006-2013 / VJ-VE-IP-LP-006-2013	VJ-VE-APP-IPB-001-2016
	Departamento y Municipio de Ejecución	Antioquia: Remedios, Puerto Berrío	Norte De Santander: San José de Cúcuta, Pamplona
	Entidad contratante	AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA (ANI)	AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA (ANI)

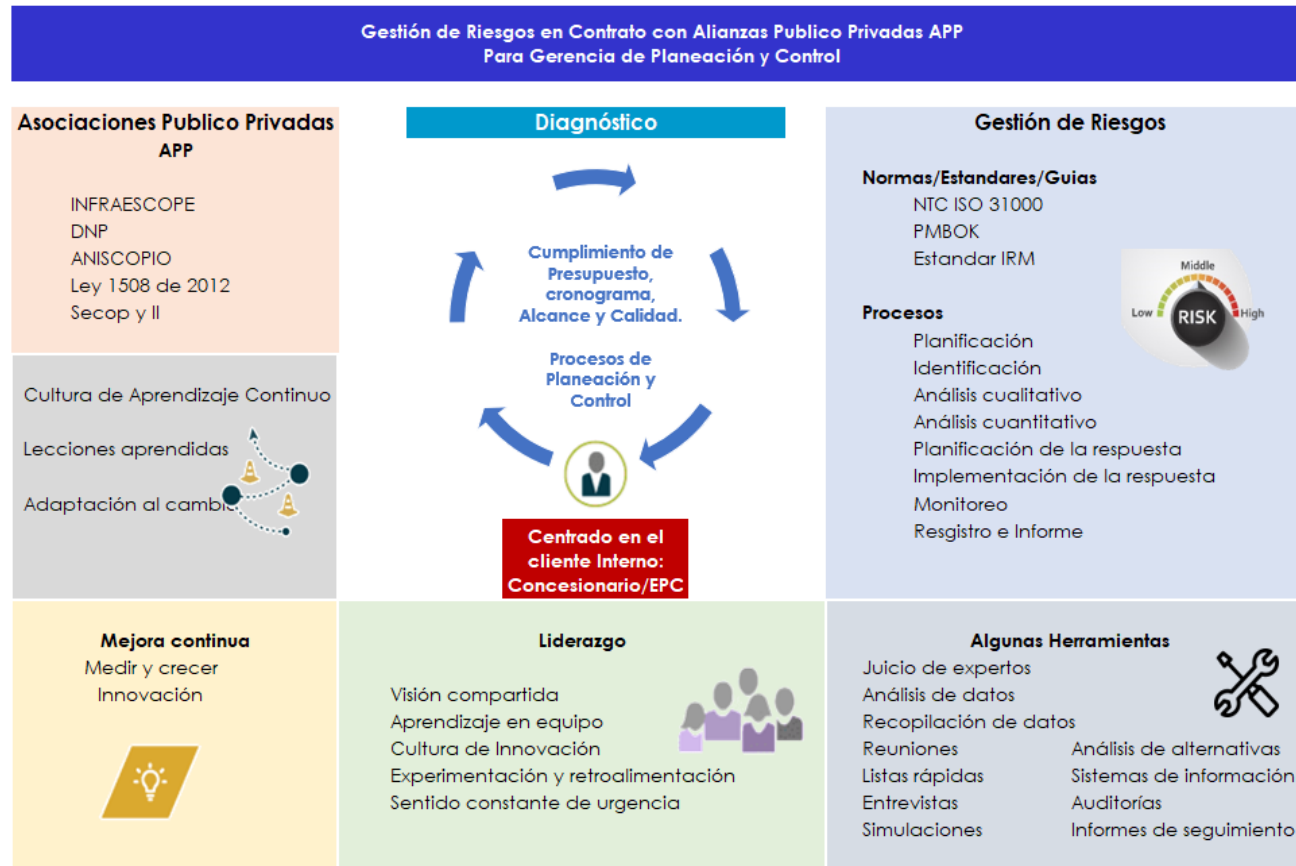
Descripción	Autopista al Rio Magdalena 2	Pamplona - Cúcuta
<p style="text-align: center;">ESQUEMA GENERAL</p>		

Fuente: Secop I, Consultado 27 marzo de 2023

6 Marco De Trabajo Propuesto Para Gestión De Riesgos En Una App De Infraestructura Vial

Ilustración 20

Marco De Trabajo Propuesto Para Gestión De Riesgos En Una App De Infraestructura Vial



Fuente: Elaboración propia

Resumen Guía

1. [Conceptualización](#)
2. [Revisión de marco legal vigente.](#)
3. [Diagnóstico y revisión de factores a priorizar](#)
4. [Identificación y registro de riesgos](#)
5. [Análisis de riegos: Cualitativo](#)
6. [Análisis de riegos: Cuantitativo](#)
7. [Planificación](#)
8. [Implementación de la respuesta](#)
9. [Monitoreo](#)
10. [Verificación de resultados](#)
11. [Comunicación](#)

6.1 Identificación y registro de Riesgos

La identificación y registro de Riesgos fue basada en documentación de fuentes oficiales relacionada con los dos Contratos de estudio mencionados anteriormente y de las lecciones aprendidas e información de Documento CONPES 3706. Los cuales se clasificaron de la siguiente manera.

6.1.1 Riesgos prediales

Este riesgo está relacionado con la necesidad de obtención de los diferentes predios para la ejecución de la obra y la prestación de los servicios cumpliendo los indicadores de disponibilidad y el nivel de servicio de la infraestructura y/o servicio. Se asocia a dos causas principalmente: i) la gestión en la adquisición predial, la cual continuará en cabeza del concesionario y ii) los costos en la adquisición de los predios y sus correspondientes compensaciones socioeconómicas, los cuales contarán con una garantía parcial por parte de la ANI y serán cubiertos por el Fondo de Contingencias. (DNP, 2013)

No.	Área	Tipo De Riesgo	Asignación
R001	Predial	Demoras en la Disponibilidad de predios derivados de las actividades de gestión predial	Privado
R002	Predial	Sobrecostos por adquisición (incluyendo expropiación) y compensaciones socioeconómicas	Privado - Público
R003	Predial / Fuerza mayor	Fuerza mayor en la adquisición predial ocasionada por eventos eximentes de responsabilidad	Público

Fuente: Secop I, Matriz de Riesgo Concesión Autopista al Ria Magdalena 2

<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-19-1585022>

Consultado el 10 diciembre de 2022

6.1.2 Riesgos ambientales

Corresponde a la necesidad de obtención de licencias ambientales o demás permisos, licencias y concesiones de carácter ambiental requeridos para la ejecución del proyecto y cumplimiento de indicadores de disponibilidad y de niveles de servicio. Este riesgo se asocia a: (i) La gestión de permisos normativos (a cargo del concesionario), (ii) Los costos de las compensaciones socioambientales (compartido bajo el mismo mecanismo de cobertura de sobrecostos en adquisición predial expuesto anteriormente), y (iii) Las obras no previstas requeridas por autoridades ambientales, posteriores a la expedición de la licencia y por razones no imputables al concesionario (a cargo de la ANI). (DNP, 2013)

No.	Área	Tipo De Riesgo	Asignación
R004	Ambiental	Demoras en la obtención de las Licencias y/o Permisos,	Privado
R005	Ambiental	Sobrecostos por Compensaciones Socio Ambientales	Privado - Público
R006	Ambiental	Obras solicitadas por la Autoridad Ambiental, posteriores a la expedición de la licencia(s)/permiso(s) ambiental(es), por razones no imputables al Concesionario	Publico
R007	Ambiental / Fuerza mayor	Fuerza mayor por demoras en más de un 150% del tiempo máximo establecido por la ley aplicable para la expedición de la licencia ambiental, por causas no imputables al Concesionario	Público

Fuente: Secop I, Matriz de Riesgo Concesión Autopista al Ria Magdalena 2

<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-19-1585022>

Consultado el 10 diciembre de 2022

6.1.3 Riesgo Político/Social

Este riesgo hace referencia a la imposibilidad de instalación, reubicación o movimiento de las casetas de peaje en los diferentes proyectos, lo cual conllevaría a la variación de los posibles flujos de ingresos del concesionario. Dado que el sector público se encuentra en mejor posición para la administración de este riesgo la asignación corresponde a la ANI y será cubierto por el Fondo de Contingencias. Así mismo, al riesgo de invasión de derecho de vía estará a cargo del concesionario, para lo cual deberá implementar las medidas de vigilancia y protección del corredor(es) correspondiente(s) y contará con el apoyo de las autoridades locales cuando se trate de acciones de restitución del derecho de vía. Es importante mencionar que el desarrollo de obras de importante magnitud como las que se derivan del programa de cuarta generación de concesiones viales requiere de un mecanismo de generación de ingresos propios de los proyectos, que principalmente derivan de los ingresos de peaje, lo cual implica el pago por el uso de la infraestructura, para cubrir la construcción, mantenimiento y operación de la infraestructura. Lo anterior implica que dentro de las estructuraciones se tienen previstas la instalación de nuevas casetas de peaje, y en algunos casos el reajuste de tarifas en peajes existentes, lo que requiere de una gestión social importante por parte de la ANI en coordinación con las autoridades locales, para que se concreten dichas fuentes de recursos. (DNP, 2013)

No.	Área	Tipo De Riesgo	Asignación
R008	Social	Efectos desfavorables por decisiones de la entidad frente al movimiento o reubicación de Estaciones de Peaje existentes	Publico
R009	Social	No instalación de Estaciones de Peaje por desacuerdos con la Comunidad	Publico

No.	Área	Tipo De Riesgo	Asignación
R010	Social	Invasión del derecho de vía	Privado
R011	Financiero/Regulatorio/Social	Compensaciones por nuevas tarifas diferenciales	Público
R012	Social/Fuerza mayor	Fuerza mayor por demoras en la consulta previa con comunidades en un plazo mayor de 360 días, por causas no imputables al Concesionario	Público

Fuente: Secop I, Matriz de Riesgo Concesión Autopista al Ria Magdalena 2
<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-19-1585022>

Consultado el 10 diciembre de 2022

6.1.4 Riesgos por Traslados de redes

Se refiere a la obligación de traslado, reubicación de las redes de servicios⁵⁹ o de protección de estas y con ello evitar la afectación o interferencias con el trazado del proyecto. Para el riesgo por mayores valores por interferencia de redes se aplicará la garantía parcial establecida anteriormente para el caso predial y ambiental. (DNP, 2013)

No.	Área	Tipo De Riesgo	Asignación
R013	Redes	Sobrecostos por interferencia de redes	Privado - Público
R014	Redes / Fuerza mayor	Fuerza mayor por interferencia de redes en el corredor considerado como evento eximente de responsabilidad	Público

Fuente: Secop I, Matriz de Riesgo Concesión Autopista al Ria Magdalena 2
<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-19-1585022>

Consultado el 10 diciembre de 2022

6.1.5 Riesgos por Diseños

Corresponde a la necesidad de cumplir con las especificaciones de diseño en las Intervenciones a ejecutar por el concesionario y las posibles modificaciones, dadas las características y particularidades de cada proyecto. Teniendo en cuenta que el concesionario será el encargado de efectuar los Estudios de Trazado y Diseño Geométrico, este se encuentra en mejor capacidad para la administración y mitigación del riesgo, por lo tanto el riesgo por cambios de diseños será responsabilidad del concesionario, a excepción de decisiones unilaterales de la ANI o como consecuencia del trámite de licencias o permisos ambientales, por razones no imputables al concesionario, caso en el cual los sobrecostos en diseños serán asumidos por la ANI. (DNP, 2013)

No.	Área	Tipo De Riesgo	Asignación
R015	Diseños	Sobrecostos derivados de los Estudios y Diseños	Privado
R015	Diseños/Ambiental	Sobrecostos por ajustes en diseños como consecuencia del trámite de Licencias Ambientales por razones no atribuibles al concesionario	Publico - Privado
R016	Diseños	Sobrecostos en diseños por decisiones de la ANI	Publico

Fuente: Secop I, Matriz de Riesgo Concesión Autopista al Ria Magdalena 2

<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-19-1585022>

Consultado el 10 diciembre de 2022

6.1.6 Riesgos de Aforo y recaudo

El riesgo de implementación de tecnología de recaudo corresponde a los posibles costos que conlleven la implementación de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS, por sus siglas en inglés) relacionados con el recaudo electrónico de peajes. La implementación de los sistemas será una obligación contractual a costo y riesgo del concesionario, una vez se cuente con la reglamentación del protocolo a utilizar por el programa. En caso de que el protocolo no esté reglamentado antes de la presentación de las ofertas, la ANI deberá realizar la cuantificación de dicha implementación y reconocerá los costos al concesionario en el momento de la implementación del Sistema. (DNP, 2013)

No.	Área	Tipo De Riesgo	Asignación
R024	Aforo y Recaudo	Menores ingresos por disminución del recaudo de peajes	Público
R025	Aforo y Recaudo	Menores ingresos derivados de elusión del pago de peajes	Público
R026	Aforo y Recaudo	Menores ingresos derivados de evasión del pago de peajes	Privado
R027	Aforo y Recaudo	Cambio en Normatividad (Tecnología de recaudo electrónico de peajes)	Público

Fuente: Secop I, Matriz de Riesgo Concesión Autopista al Ria Magdalena 2

<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-19-1585022>

Consultado el 10 diciembre de 2022

6.1.7 Riesgos financieros

Riesgo comercial El riesgo comercial en el programa de Cuarta Generación de Concesiones Viales, se entenderá como la desviación del valor presente del recaudo efectivo de peaje frente a las proyecciones de recaudo realizadas por la ANI en la estructuración y adjudicación del proyecto. Es importante tener en cuenta que las proyecciones de ingresos por concepto de tráfico están relacionadas con variables macroeconómicas, y de desarrollo regional, entre otras, las cuales son variables exógenas al desarrollo de los proyectos y por ende de difícil control por parte del concesionario, quien controla de manera efectiva la calidad y disponibilidad de la infraestructura a su cargo. Con el fin de viabilizar la financiación de largo plazo del proyecto, y dado que en las proyecciones de ingresos existe un grado considerable de incertidumbre en el crecimiento del tráfico natural de los proyectos, así como en el tráfico a generar e inducir por el desarrollo de estos, el efecto que esto puede generar en los ingresos de los proyectos y por ende en el desarrollo de estos, se considera importante generar un mecanismo de cobertura de dicho comportamiento. En ese sentido, el riesgo comercial será asumido por el Estado, para lo cual se plantea evaluar periodos de compensación al concesionario durante la vida del contrato en el evento en que las diferencias entre los ingresos reales del proyecto respecto de los esperados sean negativos, y sean efectivamente causados por desviaciones en el ingreso derivado del tráfico proyectado. Las compensaciones a las que haya lugar se manejarán a través de los recursos aportados al Fondo de Contingencias⁶⁰. Es importante mencionar que mecanismos como este han sido utilizados en países como Chile y Perú para garantizar la bancabilidad de los proyectos, y también han sido recientemente incorporados en la estructuración de proyectos como la Ruta del Sol en nuestro país, en donde en uno de sus tramos y después de tres años de contrato, el

crecimiento del tráfico ha sido superior al esperado. Así mismo, el mecanismo de cobertura a través del Fondo de Contingencias y su metodología de cálculo y revisión, permitirán hacerle un seguimiento anual al comportamiento del tráfico y por ende a la valoración del riesgo comercial producido por este. (DNP, 2013)

Riesgo Cambiario El riesgo cambiario se define como las potenciales pérdidas o ganancias derivadas de la exposición a variaciones en la tasa de cambio entre dos monedas. Para el caso del programa de cuarta generación de concesiones viales, si el concesionario desea o debe acudir a los mercados externos para completar su financiamiento, habría un descalce entre sus obligaciones, que estarían denominadas en dólares, y sus ingresos, que estarían denominadas en pesos. Sin embargo, en aras de un óptimo manejo del cubrimiento de riesgos, el concesionario podrá acudir a instrumentos como opciones o forwards para mitigar el riesgo cambiario. (DNP, 2013)

Riesgos Regulatorios Los riesgos regulatorios se seguirán rigiendo por el CONPES 3107, sin embargo, en caso de actos administrativos que modifiquen el esquema contractual de las tarifas por peaje, la correspondiente compensación deberá ser cubierta con los recursos respectivos del Fondo de Contingencias. De otra parte, el riesgo regulatorio por cambios en las especificaciones técnicas se entenderá como la obligación de ajustes producto de posibles cambios en la normatividad que establece las especificaciones técnicas de los proyectos viales. Este riesgo estará a cargo de la ANI. En caso de presentarse estas modificaciones en los manuales técnicos, será de entera discrecionalidad de la Agencia la adopción del cambio en las especificaciones técnicas y la respectiva aplicación al proyecto. En caso de aplicarse las nuevas especificaciones, la ANI deberá cubrir los costos de dicha aplicación. (DNP, 2013)

No.	Área	Tipo De Riesgo	Asignación
R017	Financiero/Liquidez	Liquidez en el recaudo de peajes	Privado
R018	Financiero/Liquidez	Riesgo de liquidez en general	Privado
R019	Financiero	No obtención del cierre financiero	Privado
R020	Financiero	Alteración de las condiciones de financiación y/o costos de la liquidez que resulten de los cambios en las variables del mercado o condiciones del proyecto	Privado
R021	Financiero	Insuficiencia de recursos para el pago de la interventoría por razones no atribuibles al Concesionario	Público
R022	Financiero/Cambiarario	Variaciones del peso frente a otras monedas	Privado
R023	Financiero/Regulatorio	Cambio en Normatividad (Normas NIIF)	Privado - Público

Fuente: Secop I, Matriz de Riesgo Concesión Autopista al Ria Magdalena 2

<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-19-1585022>

Consultado el 10 diciembre de 2022

6.1.8 Riesgos de construcción

No.	Área	Tipo De Riesgo	Asignación
R028	Construcción	Sobrecostos derivados de mayor cantidad de obras	Privado
R029	Construcción	Sobrecostos derivados de mayor cantidad de obras en túneles con soporte parcial por riesgo geológico	Público - Privado
R030	Construcción	Variación de precios de los insumos	Privado

R031	Construcción	Fallas estructurales por calidad de materiales o malos procesos constructivos	Privado
R032	Construcción	Costos ociosos de la mayor permanencia en obra que llegaren a causarse por eventos eximentes de responsabilidad	Público

Fuente: Secop I, Matriz de Riesgo Concesión Autopista al Ria Magdalena 2

<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-19-1585022>

Consultado el 10 diciembre de 2022

6.1.9 Riesgos de Operación y mantenimiento (En la etapa de Preconstrucción y construcción)

No.	Área	Tipo De Riesgo	Asignación
R033	Operación y Mantenimiento	Mayores cantidades de obra para actividades de Operación y Mantenimiento	Privado
R034	Operación y Mantenimiento	Variación de precios de los insumos para actividades de Operación y Mantenimiento	Privado
R035	Operación y Mantenimiento	No entrega de la infraestructura del corredor vial en su totalidad	Público - Privado

Fuente: Secop I, Matriz de Riesgo Concesión Autopista al Ria Magdalena 2

<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-19-1585022>

Consultado el 10 diciembre de 2022

6.1.10 Riesgos reputacionales

Trasversal a todas las áreas se encuentran los riesgos reputacionales, asociados a la afectación de la imagen corporativa por la materialización de los riesgos anteriormente relacionados debido a la gran facilidad para acceder a información en tiempo real tanto verídica

como no verídica; esto supone para las organizaciones un esfuerzo en garantizar el tratamiento de la información cuando se presenten situaciones que requieran un delicado manejo de la información.

La Matriz de Registro de Riesgo se presenta a continuación:

Tabla 17

Matriz de Registro de Riesgos

REGISTRO DE RIESGOS							
Código	Tipo	Paquete trabajo	Responsable	Evento	Causas	Consecuencias (Impacto)	Disparador Riesgo
R001	Predial	Gestión Predial	PM - Coordinador Predial	No tener acceso a intervenir constructivamente los predios dentro del trazado de la Vía ocasionado por consumo de mayor tiempo a los establecidos dentro de los procesos de investigación catastral, sabana predial, estudio de títulos, avalúos comerciales y formalización.	Inexperiencia de la Lonja contratada para la Gestión predial. No disponibilidad de Lonjas que presten los servicios requeridos en la zona.	Sobrecostos asociados a la construcción de menores longitudes de vía, que desmejora los rendimientos por pistas cortas y Movilización de maquinaria.	Información detectada e incluida en los Informes semanales / mensuales de Gestión Inspecciones visuales
R002	Predial	Gestión Predial	PM - Coordinador Predial	No tener acceso a intervenir constructivamente los predios dentro del trazado de la Vía ocasionado por demoras en los procesos	No articulación entre el área social y predial que permita lograr los acuerdos con los propietarios.	Sobrecostos por adquisición (incluyendo expropiación) y compensaciones socioeconómicas	Información detectada e incluida en los Informes semanales /

REGISTRO DE RIESGOS

Código	Tipo	Paquete trabajo	Responsable	Evento	Causas	Consecuencias	Disparador Riesgo
						(Impacto)	
R004	Ambienta	Gestión QHSE - Volumen IX	PM - director Ambiental	derivados de la Gestión predial.	Paros de comunidades en oposición al trazado de la vía por afectación de ecosistemas o por la no socialización por parte del proyecto.	Sobrecostos por mayor permanencia en la etapa de Preconstrucción y construcción	mensuales de Gestión Inspecciones visuales Información detectada e incluida en los Informes semanales / mensuales de Gestión
				No obtención de las Licencias y/o Permisos Ambientales en los tiempos estipulados.	Falta de personal y/o empresa consultora experta en procesos de Licencias ambientales.		Inspecciones visuales
R005	Ambienta	Gestión Social	PM - director Ambiental - Coordinador Social	Paro de comunidades por desacuerdos en Compensaciones de Comercios y ambientales	No socialización oportuna de los temas ambientales y alcance del proyecto a las comunidades.	Sobrecostos por Compensaciones Socio Ambientales	Información detectada e incluida en los Informes semanales / mensuales de Gestión

REGISTRO DE RIESGOS

Código	Tipo	Paquete trabajo	Responsable	Evento	Causas	Consecuencias	Disparador Riesgo
						(Impacto)	
R008	Social	Gestión Social	PM - Coordinador Social	Paro de comunidades por movimiento de estaciones de peaje existentes	Falta gestión de tarifas diferenciales para personas aledañas al proyecto y la deficiencia en la socialización oportuna de los avances del proyecto con las personas del área de influencia.	Sobrecostos asociados a acuerdos con propietarios de predios aledaños a los peajes y establecimiento de tarifas diferenciales	Inspecciones visuales Información detectada e incluida en los Informes semanales / mensuales de Gestión
R009	Social	Gestión Social	PM - Coordinador Social	Paros de comunidades en desacuerdo con la instalación de casetas de peaje.	Falta gestión de tarifas diferenciales para personas aledañas al proyecto y la deficiencia en la socialización oportuna de los avances del	Mayor tiempo en etapa de construcción por eventos sociales, No instalación de Estaciones de Peaje por desacuerdos con la Comunidad	Inspecciones visuales Información detectada e incluida en los Informes semanales / mensuales de Gestión

REGISTRO DE RIESGOS

Código	Tipo	Paquete trabajo	Responsable	Evento	Causas	Consecuencias	Disparador Riesgo
						(Impacto)	
R006	Ambienta	Gestión QHSE - Volumen IX	PM - director Ambiental	Eventos como deslizamientos, adecuación de ZODMEs adicionales a los establecidos en la Licencia Ambiental	proyecto con las personas del área de influencia.		Inspecciones visuales
					Deficiencias en el diseño se las áreas dispuestas para ZODMES.	Sobrecostos asociados a la construcción de obras no previstas.	Información detectada e incluida en los Informes semanales / mensuales de Gestión
R010	Social	Gestión Social	PM - Coordinador Social	Invasión del derecho de vía	Falta de inspección constante al derecho de vía	Sobrecosto para la compensación y/o reubicación.	Inspecciones visuales Información detectada e incluida en los Informes semanales /

REGISTRO DE RIESGOS

Código	Tipo	Paquete trabajo	Responsable	Evento	Causas	Consecuencias	Disparador Riesgo
						(Impacto)	
R013	Redes	Gestión Para el Manejo y Traslado de Redes	PM - Residente de Redes	Presencia de redes dentro del trazado de la vía que no permita la intervención de las actividades constructivas.	No lograr acuerdos de colaboración con los operadores red por falta de gestión con las empresas operadores y falta de personal con experiencia en el tema. Hallazgo de redes no inventariadas por antigüedad de estas que no están registrados en las Bases de Datos.	Sobrecostos por el traslado de redes no identificadas Atraso en cronograma por gestiones adicionales a las establecidas en el plan de manejo de redes.	mensuales de Gestión Inspecciones visuales Información detectada e incluida e n los Informes semanales / mensuales de Gestión Inspecciones visuales Información detectada e incluida e n los Informes semanales /
R015	Diseños	Gestión Oficina Técnica /	PM - director técnico	Cambios en el trazado	Ajuste dentro polígono de la Licencia Ambiental por nuevas alternativas de trazado.	Sobrecostos/ahorros derivados de los Estudios y Diseños,	mensuales de Gestión Inspecciones visuales Información detectada e incluida e n los Informes semanales /

REGISTRO DE RIESGOS

Código	Tipo	Paquete trabajo	Responsable	Evento	Causas	Consecuencias	Disparador
						(Impacto)	Riesgo
R015	Diseños / Ambiental	Gestión Oficina Técnica / Estudios y diseños	PM - director técnico	Cambios en trazado y especificaciones técnicas	Ajuste dentro de la franja predial Ajuste para cumplir con los parámetros de ingeniería. Cambios en diseños como consecuencia del trámite de Licencias Ambientales por razones no atribuibles al concesionario	como mayores/menores cantidades a ejecutar.	mensuales de Gestión
						Sobrecostos/ahorros por cambios en el diseño. Mayor o menor longitud de vía.	Inspecciones visuales Información detectada e incluida en los Informes semanales / mensuales de Gestión Inspecciones visuales
R016	Diseños	Gestión Oficina Técnica / Estudios y diseños	PM - director técnico	Solicitud de cambios en diseños por parte de la ANI	Cambios en diseños por decisiones de la ANI	Sobrecosto/ahorro por cambio de especificaciones técnicas	Información detectada e incluida en los Informes semanales / mensuales de Gestión

REGISTRO DE RIESGOS

Código	Tipo	Paquete trabajo	Responsable	Evento	Causas	Consecuencias	Disparador Riesgo
						(Impacto)	
R028	Construcción	Etapa de Construcción	PM - director de Construcción - director técnico	Cálculo de mayores/menores cantidades de estudio y diseños fase III, comparados con estudios fase II.	Cambio en las especificaciones técnicas del diseño final	Sobrecostos/ahorros derivados de mayor/menor cantidad de obras	Inspecciones visuales Información detectada e incluida en los Informes semanales / mensuales de Gestión
R029	Construcción	Construcción de Túneles	PM - director de Construcción - director técnico	Presencia de roca de menor resistencia en mayor/menor proporción a la estimada	Insuficiencia en ensayos y sondeos para estudios previos	Sobrecosto/ahorros derivados de mayor/menor cantidad de obras en túneles con soporte parcial por riesgo geológico	Inspecciones visuales Información detectada e incluida en los Informes semanales / mensuales de Gestión
R030	Construcción	Etapa de Construcción	PM - director de Construcción -	Variación de precios de insumos no sustituibles en la construcción de las obras.	Agotamiento de fuentes de material por	Incremento de costo de insumos	Inspecciones visuales Información detectada e incluida en los Informes

REGISTRO DE RIESGOS

Código	Tipo	Paquete trabajo	Responsable	Evento	Causas	Consecuencias	Disparador Riesgo
						(Impacto)	
R031	Construcción	Etapa de Construcción	PM - director de Construcción - director técnico	Colapso de estructuras	nuevos proyectos en la zona	Sobrecostos asociados a la reconstrucción y atención de los fallos.	semanales / mensuales de Gestión Inspecciones visuales Información detectada e incluida en los Informes semanales / mensuales de Gestión
					Desabastecimiento por inicio de nuevas obras	Mayor permanencia en etapa de construcción	Inspecciones visuales
					Fallas estructurales por calidad de materiales o malos procesos constructivos no identificados por falta de personal para el control de calidad.	Mayores cantidades de obra para actividades de Operación y Mantenimiento	Información detectada e incluida en los Informes semanales / mensuales de Gestión
R033	Operación y Mantenimiento	Construcción de Áreas de operaciones	PM - director de Operaciones - director técnico	Derrumbes	Periodos de lluvias fuera de los promedios históricos	Mayor permanencia en etapa de construcción	Inspecciones visuales
					Fallas en la estructura de la vía existente	Aumento de tráfico pesado	Operación y Mantenimiento

REGISTRO DE RIESGOS

Código	Tipo	Paquete trabajo	Responsable	Evento	Causas	Consecuencias	Disparador Riesgo
						(Impacto)	
R034	Operación y Mantenimiento	Construcción de Áreas de operaciones	PM - director de Operaciones - director técnico - Coordinador de Compras	Variación de precios de insumos no sustituibles en la construcción de las obras.	<p>Instalación de materiales con baja calidad</p> <p>No tratamiento adecuado de aguas de escorrentía.</p> <p>Incremento de precios de los insumos para actividades de Operación y Mantenimiento.</p>	<p>Incremento de costo de insumos</p>	<p>Inspecciones visuales</p> <p>Información detectada e incluida en los Informes semanales / mensuales de Gestión</p> <p>Inspecciones visuales</p>
					<p>Falta de gestión oportuna ante la ANI para el manejo de Eventos exigentes de responsabilidad.</p> <p>Falta de gestión oportuna por parte de la</p>	<p>Impacto negativo en la liquidez por falta de retribución económica</p>	<p>Información detectada e incluida en los Informes semanales / mensuales de Gestión</p>
R035	Operación y Mantenimiento	Construcción de Áreas de operaciones	PM - director de Operaciones - director técnico	No entrega de la infraestructura del corredor vial en su totalidad	<p>Falta de gestión oportuna ante la ANI para el manejo de Eventos exigentes de responsabilidad.</p> <p>Falta de gestión oportuna por parte de la</p>	<p>Impacto negativo en la liquidez por falta de retribución económica</p>	<p>Información detectada e incluida en los Informes semanales / mensuales de Gestión</p>

REGISTRO DE RIESGOS

Código	Tipo	Paquete trabajo	Responsable	Evento	Causas	Consecuencias	Disparador Riesgo
						(Impacto)	
R024	Aforo y Recaudación	Gestión de Aforo y Recaudo	PM - director de Operaciones	Menores ingresos por disminución del recaudo de peajes	Lonja para agilizar procesos de expropiación. Falta de seguimiento y control a los rendimientos requeridos. Colapso de tramos de vía no previstos por falta de control de calidad adecuado.	Imposición de multas por la no entrega de las obras	Inspecciones visuales
							Información detectada e incluida en los Informes semanales / mensuales de Gestión
R025			PM - director de Operaciones		Cambio en la regulación Falta de controles y medidas para mitigar la		Inspecciones visuales Información detectada e incluida

REGISTRO DE RIESGOS

Código	Tipo	Paquete trabajo	Responsable	Evento	Causas	Consecuencias		Disparador Riesgo
						(Impacto)		
					elusión por vías alternas privadas.	Disminución del ingreso esperado en el recaudo.	en los Informes semanales / mensuales de Gestión Inspecciones visuales Información detectada e incluida	
	Aforo y Recaud o	Gestión de Aforo y Recaudo		Menores ingresos derivados de elusión del pago de peajes				
R026	Aforo y Recaud o	Gestión de Aforo y Recaudo	PM - director de Operaciones	Menores ingresos derivados de evasión del pago de peajes	Poco control en el sistema de recaudo por falta de actualización y modernización de equipos.	Disminución del ingreso esperado en el recaudo.	en los Informes semanales / mensuales de Gestión Inspecciones visuales Información detectada e incluida	
R019	Financiero	Gestión Financiera	PM - director Financiero - Asesor Financiero	No obtención del cierre financiero	Demora en el inicio de las gestiones requeridas.	Sobrecosto por el incumplimiento en el cierre financiero.	en los Informes semanales / mensuales de Gestión	

REGISTRO DE RIESGOS

Código	Tipo	Paquete trabajo	Responsable	Evento	Causas	Consecuencias	Disparador Riesgo
						(Impacto)	
R022	Financiero / Cambio	Gestión Financiera	PM - director Financiero - Asesor Financiero	Variaciones del peso frente a otras monedas	Demoras en la obtención de documentos necesarios por falta de personal capacitado.	Atraso en el inicio de la etapa de construcción	Inspecciones visuales
					caída de Mercados internacionales	Sobrecostos en insumos importados	Información detectada e incluida en los Informes semanales / mensuales de Gestión
R032	Construcción	Etapa de Construcción	PM - director de Construcción - director técnico	Costos ociosos de la mayor permanencia en obra que llegaren a causarse por eventos eximentes de responsabilidad	Crisis de contenedores	Sobrecostos por costos ociosos	Inspecciones visuales
					Pandemias	Mayor permanencia	Información detectada e incluida en los Informes semanales / mensuales de Gestión
					Paros armados paros nacionales	Mayor permanencia	Inspecciones visuales

REGISTRO DE RIESGOS							
Código	Tipo	Paquete trabajo	Responsable	Evento	Causas	Consecuencias (Impacto)	Disparador Riesgo
R012	Social / Fuerza mayor	Plan de manejo Arqueológico - ICAHN	PM - Coordinador Social	Fuerza mayor por demoras en la consulta previa con comunidades en un plazo mayor de 360 días, por causas no imputables al Concesionario	Presencia de pueblos indígenas dentro del trazado de la vía	Mayor permanencia por tratamiento especial Alta probabilidad de suspensión del proyecto.	Información detectada e incluida en los Informes semanales / mensuales de Gestión Inspecciones visuales

Fuente: adaptado de Secop I, Matriz de Riesgo Concesión Autopista al Ria Magdalena 2

<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-19-1585022> Consultado el 10 diciembre de 2022

6.2 Análisis Cualitativo de riesgos y desarrollo diagnóstico de factores críticos de los procesos de gestión de riesgos en proyectos dentro de la Gerencia de Planeación y Control.

Los métodos cualitativos hacen referencia a la identificación de cualidades del riesgo por medio de una valoración subjetiva. Los métodos cualitativos basados en la experiencia y el buen juicio permiten desarrollar ideas y analizar riesgos que no podrían ser realizados por individuos. Se entiende que este tipo de métodos permiten emplear la experiencia previa y la información histórica de proyectos anteriores para proporcionar un análisis incluyente, así mismo para este análisis es indispensable las entrevistas realizadas a dos expertos que proporcionaron información para evaluar cada riesgo que aquí se presenta.

El proceso de fijar la escala de impacto para los umbrales supone para la persona responsable decidir primero cuánto impacto sería completamente intolerable, describiendo esto en términos de cada objetivo clave (tiempo, coste, desempeño, reputación, etc). Estos valores están asociados con el punto máximo de impacto de la escala (tal como Muy Alto). El punto más bajo de la escala (por ejemplo, Muy Bajo) se trata a continuación, fijándolo a un nivel de impacto insignificante. Los puntos de escala intermedios (por ej.: Bajo, Medio etc) pueden fijarse entre estos límites. (Briefing, 2007)

Es importante resaltar que es recomendable incluir un tercer criterio para la evaluación cualitativa como por ejemplo la incidencia reputacional de la compañía teniendo en cuenta que este es un factor importante en el desarrollo de estos proyectos debido al alto involucramiento con comunidades que estos proyectos requiere.

Para el presente trabajo se utilizó la herramienta de matriz de Riesgos de Probabilidad/Impacto presentada en el Apéndice 2.

6.3 Análisis cuantitativo de riesgos

Para determinar la incertidumbre que caracteriza a estos proyectos, es necesario el análisis cuantitativo, ya que generalmente la estimación de tiempo y costo se realiza con un enfoque determinístico. Una técnica que permite realizar este análisis, de manera estocástica, es la Simulación de Monte Carlo (SMC), pero los programas computacionales existentes en el mercado que llevan a cabo esta simulación tienen costos elevados. Por este motivo se propone una alternativa, la cual consiste en una herramienta para el análisis cuantitativo de riesgos basado en SMC, enfocado en tiempo y costo con la utilización de herramientas ya utilizadas dentro del sector de la construcción como Microsoft Project o primavera. Para el presente trabajo de aplicación se utiliza @Risk por su fácil acceso a la versión gratuita de prueba. Para esto, se identifican los elementos sujetos a variabilidad y se define la distribución de probabilidad a utilizar. Se realizaron casos de pruebas, con una distribución PERT-Beta, utilizando la herramienta propuesta y @Risk como herramienta de calibración. Mediante el análisis de correlación, se comprueba que esta herramienta se ajusta bien al comportamiento de @Risk. Por lo tanto, la herramienta se aplica a un caso de estudio, para recomendar una reserva de contingencia (Delgado Alarcón, Atencio, Herrera, & Muñoz la Riviera, 2020).

6.3.1 Simulación de Monte Carlo

Se trata de una técnica para iterar el modelo de análisis cuantitativo muchas veces, tomando como entradas la duración y el costo para cada iteración en rangos especificados por distribuciones de probabilidad. Es considerado como un método de cálculo altamente eficiente cuya idea básica

es tratar la frecuencia de un evento aproximadamente como su probabilidad (Delgado Alarcón, Atencio, Herrera, & Muñoz la Riviera, 2020).

De acuerdo con lo propuesto en su artículo “Análisis Cuantitativo de Riesgos de proyectos de Construcción con Simulación Monte Carlo” (Delgado Alarcón, Atencio, Herrera, & Muñoz la Riviera, 2020), las etapas básicas del proceso de Simulación Monte Carlo para el análisis cuantitativo de riesgos se pueden resumir en:

- ✓ Identificar las distribuciones de probabilidad de cada componente aleatoria del modelo.
- ✓ Seleccionar un proceso de generación de números aleatorios, de modo que represente adecuadamente la ocurrencia de los eventos durante la simulación.
- ✓ Hay que asegurar que los intervalos de los números aleatorios correspondan a la distribución de probabilidad.
- ✓ Obtener los números aleatorios para cada corrida de simulación.
- ✓ Transformar los números aleatorios en valores de los parámetros del modelo usando las distribuciones acumulativas asociadas a dichos parámetros.
- ✓ Calcular los resultados deseados, utilizando los valores determinados previamente.
- ✓ Repetir el proceso un número de veces lo suficientemente grande para obtener una distribución confiable en los resultados.
- ✓ Interpretar los resultados

6.3.2 Desarrollo

Para el desarrollo del presente trabajo de aplicación, se utilizó la herramienta @RISK , como complemento de Microsoft Excel que permite realizar análisis cuantitativo con Simulación Montecarlo, esta herramienta de la firma PALISADE fue seleccionada por la familiaridad con el uso y porque permite instalar una versión de prueba gratuita por 15 días.

Dada la robustez de el desglose de actividades contenidas en el presupuesto y el cronograma, para el presente trabajo de Aplicación se realiza el análisis para un Subcapítulo del paquete de trabajo de gestión ambiental de la EDT. Como se muestra en la **Tabla 18** el análisis de Montecarlo se realizará sobre el capítulo de actividades relacionadas con monitoreo ambientales y se analizará el costo, sin embargo, es importante recalcar que el análisis debe hacerse para la totalidad del presupuesto (ver Anexo 3).

Tabla 18

Desglose de actividades, presupuesto y cronograma de subcapítulo de Monitoreos ambientales para análisis Monte Carlo

ID	Capítulo / Programa	Subcapítulo / Ficha	Cronograma general del plan de manejo ambiental	UM	Cant.	Precio unitario	Costos	Fase Pre-Constructión													Fase Constructiva			
								M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	A1	A2	A3	A4
1	Obligaciones contractuales ambientales																							
1.2	Monitoreos																							
1.2.1	Monitoreos	Resolución ANLA	Monitoreo Calidad de aire - Semestral	Unidad	10	\$87,000,000	\$70,000,000																	
1.2.2	Monitoreos	Resolución ANLA	Monitoreo Vibración Sonora - Semestral	Unidad	10	\$10,614,000	\$106,140,000																	
1.2.3	Monitoreos	Resolución ANLA	Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales - Cuatrimestral	Unidad	15	\$113,718,818	\$1,705,782,270																	
1.2.4	Monitoreos	Resolución ANLA	Monitoreo de aguas subterráneas - Trimestral	Unidad	20	\$ 82,915,985	\$1,658,319,700																	
1.2.5	Monitoreos	Resolución ANLA	Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales Captación - Semestral	Unidad	10	\$ 16,076,974	\$ 160,769,740																	
1.2.6	Monitoreos	Resolución ANLA	Mediciones de Caudal de la captación - Bimensual	Unidad	122	\$ 3,737,102	\$ 455,926,444																	
1.2.7	Monitoreos	Resolución ANLA	Monitoreo de Fauna - Anual	Unidad	5	\$ 65,528,400	\$ 327,642,000																	
1.2.8	Monitoreos	Resolución ANLA	Mediciones de calidad de agua del vertimientos - Anual	Unidad	5	\$ 3,445,374	\$ 17,226,870																	

Fuente: Elaboración propia con base en Informes mensuales de interventoría y datos aproximados para efectos académicos.

*ANLA: Agencia nacional de Licencias Ambientales

Para la simulación del cronograma, se hace uso del método PERT, apropiado para estimar incertidumbre de actividades sujetas a posibles variaciones. En PERT el tiempo de la actividad se considera como una variable aleatoria según una distribución de probabilidad beta general. Esto permite llevar a cabo la simulación de duración de proyectos utilizando las herramientas disponibles en Excel. Por lo tanto, esta distribución se denomina PER-Beta ya que exhiben medias y varianzas de PERT y los dos parámetros de forma de Beta. para esta simulación se incorporan tres duraciones para cada actividad (Delgado Alarcón, Atencio, Herrera, & Muñoz la Riviera, 2020), conocidas como:

- Duración optimista
- Duración pesimista
- Duración más probable

En cuanto al costo, existen dos situaciones; la primera, depende del conjunto de datos disponibles del proyecto respecto al costo, y con ello se determina la distribución a utilizar. Estas distribuciones pueden ser: normal o uniforme, puesto que son las dos típicamente utilizadas para la obtención de números aleatorios. La segunda situación, corresponde al caso de que estas distribuciones no definen el conjunto de datos que se posee, por lo tanto, se impone la distribución PERT – BETA para su simulación (Delgado Alarcón, Atencio, Herrera, & Muñoz la Riviera, 2020), que serían incluir:

- Costo optimista
- Costo pesimista
- Costo más probable

Los datos de entrada para la simulación se presentan en la siguiente tabla, es importante resaltar que, para la obtención de los valores optimista, y pesimista se requiere utilizar, entre otros, herramientas como datos históricos, panel de expertos y lecciones aprendidas.

Tabla 19

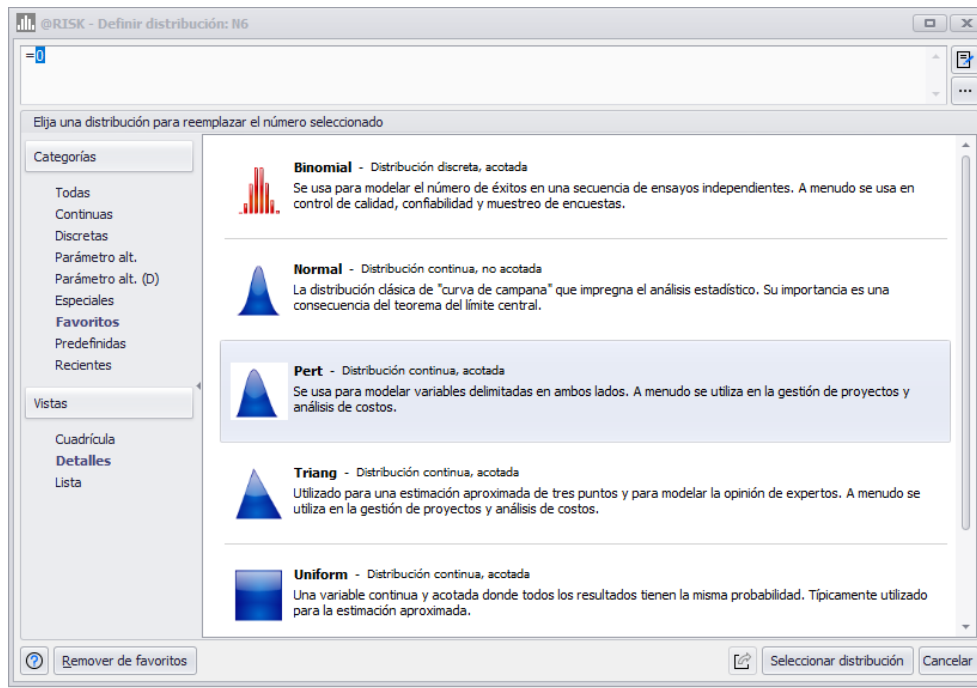
Intervalos de variación de costo

ID	Cronograma general del plan de manejo ambiental	Optimista	Probable	Pesimista
1.2.1	Monitoreo Calidad de aire - Semestral	\$ 852.600.000	\$ 870.000.000	\$ 1.131.000.000
1.2.2	Monitoreo vibración Sonora - Semestral	\$ 104.017.200	\$ 106.140.000	\$ 137.982.000
1.2.3	Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales - Cuatrimestral	\$ 1.671.666.625	\$ 1.705.782.270	\$ 2.217.516.951
1.2.4	Monitoreo de aguas subterráneas - Trimestral	\$ 1.625.153.306	\$ 1.658.319.700	\$ 2.155.815.610
1.2.5	Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales captación - Semestral	\$ 157.554.345	\$ 160.769.740	\$ 209.000.662
1.2.6	Mediciones de Caudal de la captación - Bimensual	\$ 446.807.915	\$ 455.926.444	\$ 592.704.377
1.2.7	Monitoreo de Fauna - Anual	\$ 321.089.160	\$ 327.642.000	\$ 425.934.600
1.2.8	Mediciones de calidad de agua del vertimientos - Anual	\$ 16.882.333	\$ 17.226.870	\$ 22.394.931
Presupuesto Total Monitoreos Ambientales		\$ 5,301,807,024		

Fuente: Elaboración propia con base en Informes mensuales de interventoría y datos aproximados para efectos académicos.

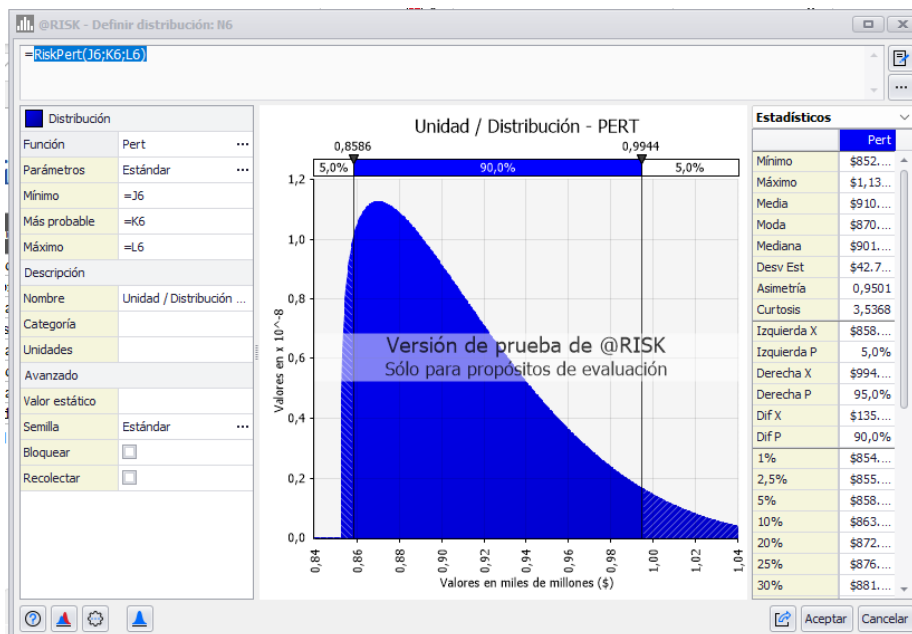
Con estos datos de entrada, se procede a ingresar los datos en @RISK, señalando el resultado de salida de la simulación será el presupuesto Total Monitoreos ambientales, se seleccionan las distribuciones de probabilidad y se ingresan los valores optimista, pesimista y probable según corresponda a cada una de las actividades. Se procede a realizar la simulación, obteniendo:

Definir distribución:



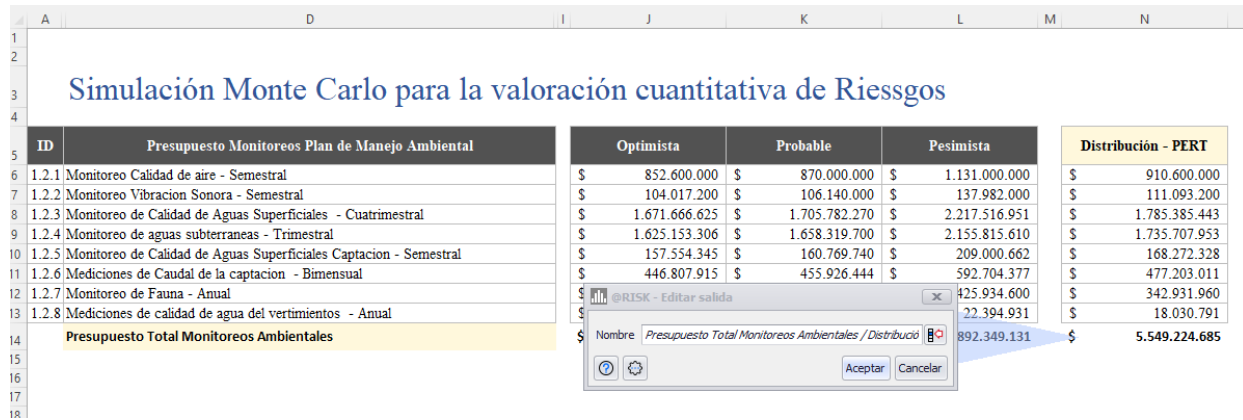
Fuente: @RISK

Seleccionar parámetros de entradas: mínimo, probable y máximo para cada una de las actividades:



Fuente: @RISK

Definir salida:

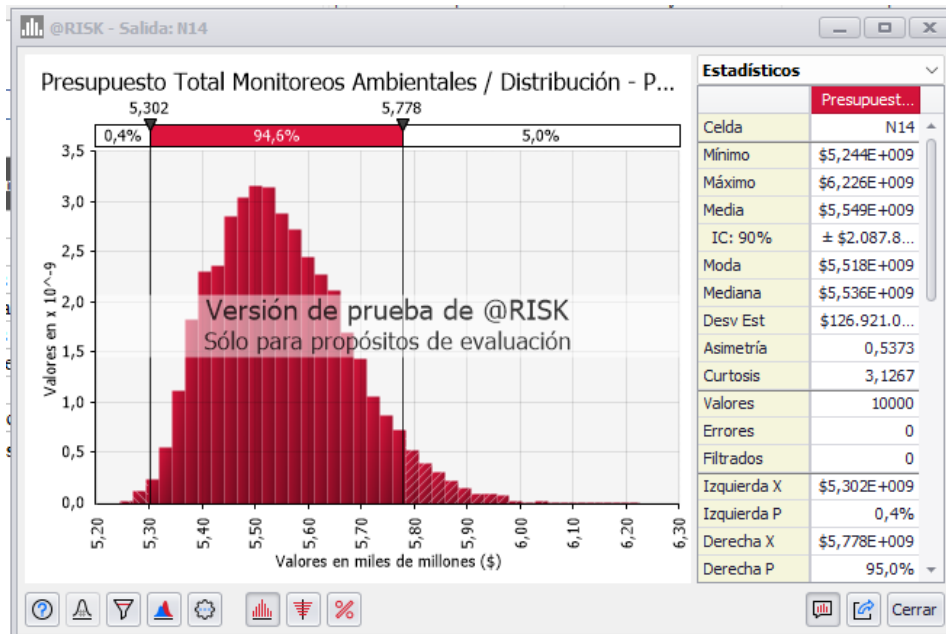


Fuente: @RISK

Iniciar la simulación: el número de iteraciones, generalmente se recomienda que sea entre 5 mil y 10 mil iteraciones.

Ilustración 21

Resultados simulación de Montecarlo



Fuente: @RISK

6.3.3 Análisis de resultados simulación Monte Carlo:

De los resultados obtenidos en la Ilustración 21 se puede concluir que probabilidad de cumplir con el presupuesto inicial es del 0,4%, Se calcula un presupuesto esperado con una certeza del 95%: de \$5.778 millones.

Reserva de contingencia:

La reserva de contingencia será calculada como la diferencia entre el presupuesto más probable con confiabilidad 95%, esta es definida entre el patrocinador y la Gerencia del proyecto y el presupuesto inicial.

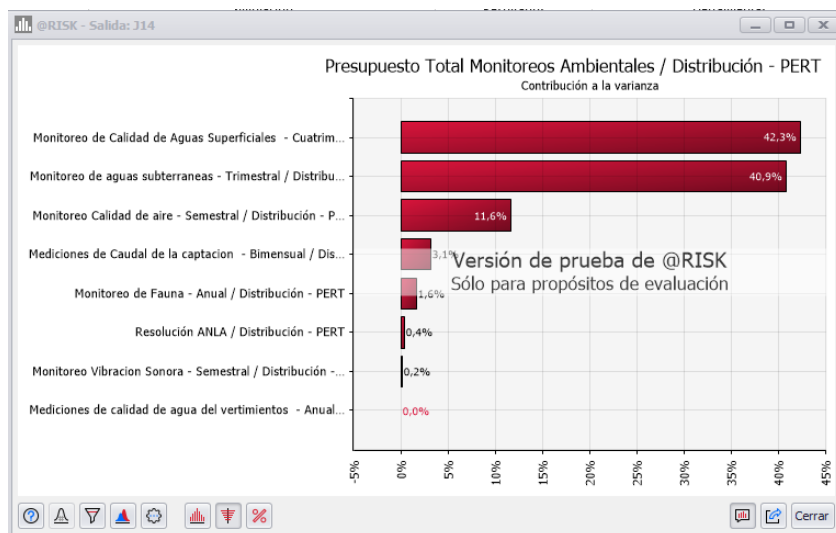
Presupuesto inicial:	\$ 5.302 millones
Presupuesto con riesgo percentil 95%:	\$ 5.778 millones
Reserva de contingencia:	\$ 476 millones

Contribución a la varianza:

De los resultados obtenidos en la **Ilustración 22** se puede concluir que los ítems de monitoreo de calidad de aguas superficiales y monitoreo de agua subterráneas influyen en el presupuesto en un 42,3% y 40, 9% respectivamente; por lo tanto, son actividades a las cuales se debe realizar controles y seguimiento exhaustivos y buscar alternativas de gestión que permitan optimizar estas actividades

Ilustración 22

Contribución a la Varianza



Fuente: @RISK

6.3.4 Actualización del presupuesto:

Con base en los resultados obtenidos, se actualiza el presupuesto incluyendo la reserva de contingencia:

Tabla 20

Presupuesto de Monitoreos ambientales actualizado

ID	Capítulo / Programa	Subcapítulo / Ficha	Cronograma general del plan de manejo ambiental	UM	Cant.	Precio unitario	Costos
1	Obligaciones contractuales ambientales						
1.2	Monitoreos						
1.2.1	Monitoreos	Resolución ANLA	Monitoreo Calidad de aire - Semestral	Unidad	10	\$ 87.000.000	\$ 870.000.000
1.2.2	Monitoreos	Resolución ANLA	Monitoreo Vibración Sonora - Semestral	Unidad	10	\$ 10.614.000	\$ 106.140.000
1.2.3	Monitoreos	Resolución ANLA	Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales - Cuatrimestral	Unidad	15	\$ 113.718.818	\$ 1.705.782.270

ID	Capítulo / Programa	Subcapítulo / Ficha	Cronograma general del plan de manejo ambiental	UM	Cant.	Precio unitario	Costos
1.2.4	Monitoreos	Resolución ANLA	Monitoreo de aguas subterráneas - Trimestral	Unidad	20	\$ 82.915.985	\$ 1.658.319.700
1.2.5	Monitoreos	Resolución ANLA	Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales Captación - Semestral	Unidad	10	\$ 16.076.974	\$ 160.769.740
1.2.6	Monitoreos	Resolución ANLA	Mediciones de Caudal de la captación - Bimensual	Unidad	122	\$ 3.737.102	\$ 455.926.444
1.2.7	Monitoreos	Resolución ANLA	Monitoreo de Fauna - Anual	Unidad	5	\$ 65.528.400	\$ 327.642.000
1.2.8	Monitoreos	Resolución ANLA	Mediciones de calidad de agua del vertimientos - Anual	Unidad	5	\$ 3.445.374	\$ 17.226.870
R015	Monitoreos	Resolución ANLA	Sobrecostos por ajustes en diseños como consecuencia del trámite de Licencias Ambientales				\$ 476.000.000
Presupuesto Total Monitoreos Ambientales							\$ 5.777.807.024

La reserva de contingencia representa un 9% del presupuesto inicial.

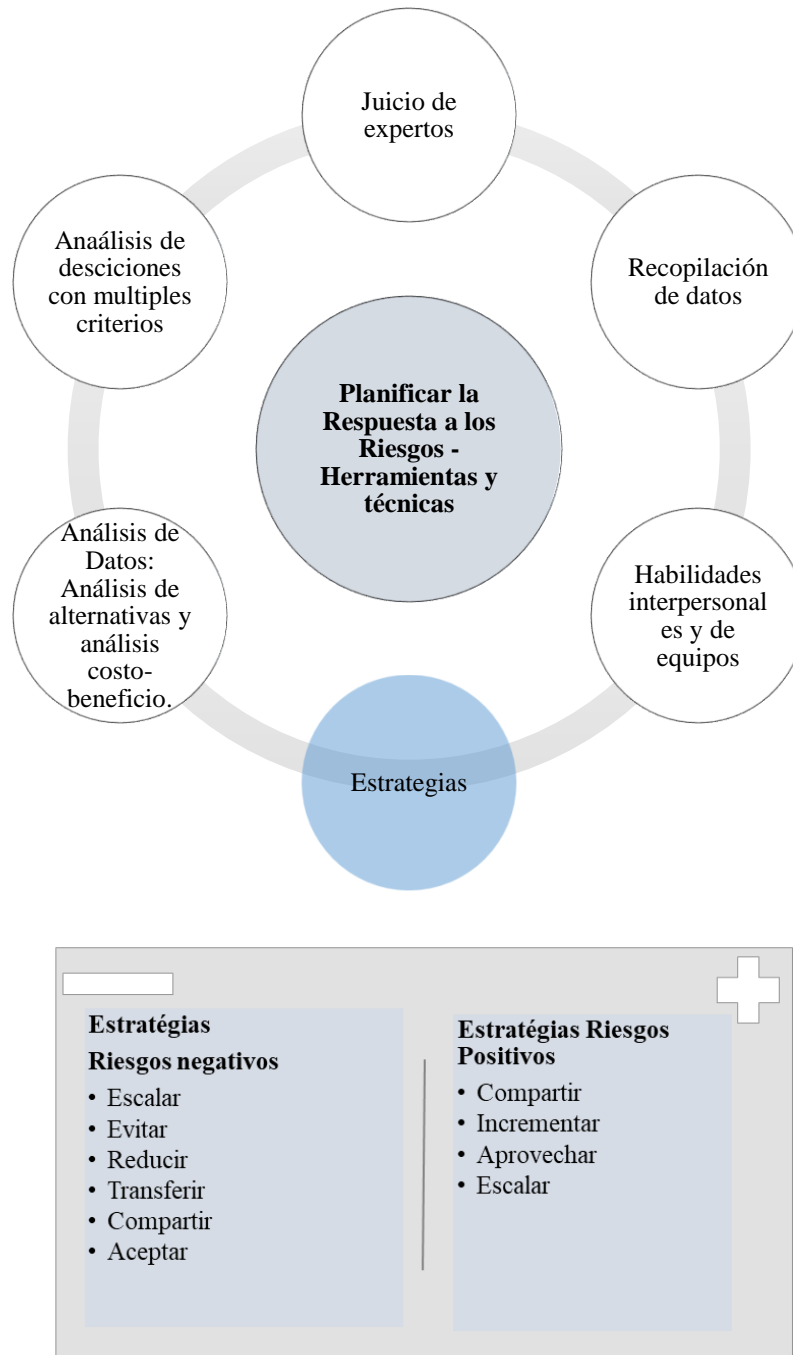
6.4 Planificar la respuesta de los riesgos

Luego de realizar el análisis cuantitativo de riesgos, el director del proyecto junto con los miembros del equipo, cliente en el caso que corresponda el responsable del riesgo, deben conjuntamente desarrollar las diferentes opciones, desarrollar estrategias y acordar el tratamiento de los riesgos. En lo referente al tratamiento de los riesgos que es mencionado en los tres estándares, existen estrategias comunes que son: Evitar, Transferir, Mitigar y Aceptar los riesgos. Adicionalmente el PMBOK sugiere escalar los riesgos en su proceso. La información en los planes de tratamiento deberá incluir: el responsable de aprobar el plan de tratamiento y el responsable de implementarlo, estado del riesgo y el plan de contingencia.

El beneficio clave de este proceso es que identifica las formas adecuadas de abordar el riesgo general del proyecto y los riesgos individuales del proyecto. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto. estrategias principales y de refuerzo, según sea necesario. Puede desarrollarse un plan de contingencia (o plan de reserva) que se implementará si la estrategia seleccionada no resulta totalmente efectiva o si se produce un riesgo aceptado. También deben identificarse los riesgos secundarios. Los riesgos secundarios son riesgos que surgen como resultado directo de la implementación de una respuesta a los riesgos. A menudo se asigna una reserva para contingencias de tiempo o costo. En los casos en que ésta se establece, el plan puede incluir la identificación de las condiciones que suscitan su utilización. (PMI, 2017)

Ilustración 23

Herramientas y técnicas para planificar la Respuesta a los riesgos



Fuente: PMBOK sexta edición

Para el registro del Plan de Tratamiento de los riesgos, se propone utilizar la siguiente plantilla, tomada del (Suárez Acevedo, 2019)

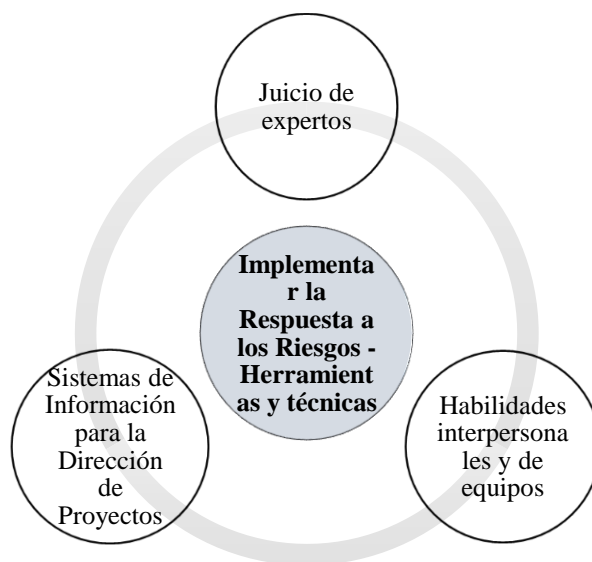
Tratamiento de los Riesgos												
Proyecto:												
Código	Riesgo	Tipo	Paquete trabajo	Disparador Riesgo	Probabilidad	Consecuencias (Impacto)	Clasificación del riesgo	Dueño	Estrategia	Estado	Riesgo residual	Plan de contingencia
Número del Riesgo	Descripción del Riesgo	Positivo o negativo	Paquete de trabajo de la EDT	Describir el evento que indica que el riesgo esta por ocurrir.	1- Raro 2- Improbable 3- Posible 4- Probable+5- casi seguro	1- Insignificante 2- Menor 3- Moderado 4- Mayor 5- catastrófico	B - Bajo M - Moderado A - Alto E - extremo	Responsables de aprobar el Plan de Tratamiento del Riesgo e implementarlo	Riesgos negativos: Escalar, evitar, transferir/compartir, mitigar/reducir, compartir, aceptar. Riesgos positivos: Escalar, explotar, compartir, mejorar, aceptar.	Estado en el que se encuentra el riesgo en el momento y si ha tenido tratamiento.	Describir los RR y/o riesgos secundarios.	Que medios deben adoptarse ante una posible eventualidad, para reducir los daños que puedan producir.

6.5 Implementar la Respuesta de los Riesgos

Implementar la Respuesta a los Riesgos es el proceso de implementar planes acordados de respuesta a los riesgos. El beneficio clave de este proceso es que asegura que las respuestas a los riesgos acordadas se ejecuten tal como se planificaron, a fin de abordar la exposición al riesgo del proyecto en general, minimizar las amenazas individuales del proyecto y maximizar las oportunidades individuales del proyecto. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto. Un problema común con la Gestión de los Riesgos del Proyecto es que los equipos de proyecto invierten esfuerzo en la identificación y análisis de riesgos y el desarrollo de respuestas a los riesgos, posteriormente, las respuestas a los riesgos son acordadas y documentadas en el registro de riesgos y el informe de riesgos, pero no se toman medidas para gestionar el riesgo. (PMI, 2017)

Ilustración 24

Herramientas y Técnicas para Implementar la respuesta de los Riesgos



Fuente: PMBOK sexta edición

Para el registro de la implementación del Plan de Tratamiento de los riesgos y el establecimiento de indicadores de Gestión para su seguimiento, se propone utilizar la siguiente plantilla, tomada del (Suárez Acevedo, 2019)

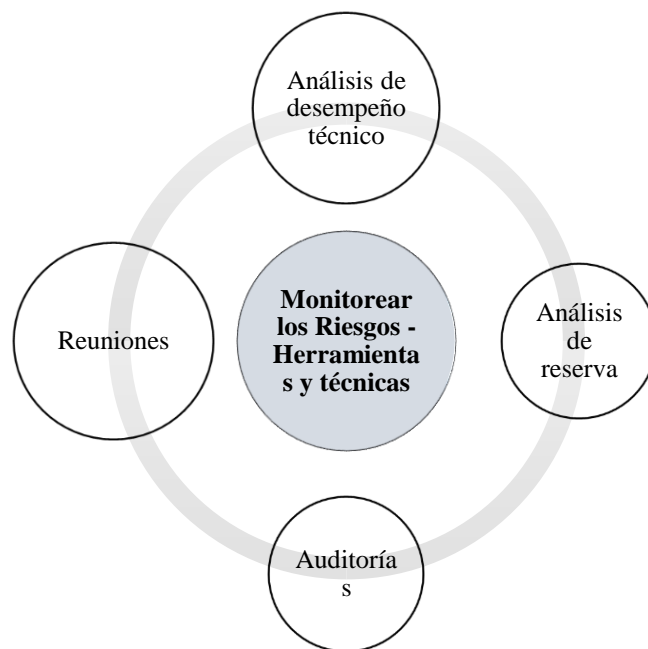
Mapa de Riesgos																	
Código	Riesgo	Proyecto:					Clasificación		Evaluación del Riesgo	Estrategia o controles	Nueva Clasificación		Nueva evaluación del Riesgo residual	Estrategia o controles	Acciones específicas	Responsable	Indicadores
		Tipo	Paquete de trabajo	Disparador Riesgo	Causas	Consecuencias	Probabilidad	Impacto			Probabilidad	Impacto					
Número del Riesgo	Descripción del Riesgo	Positivo o negativo	Paquete de trabajo de la EDT	Describir el evento que indica que el riesgo esta por ocurrir.	¿Que genera el Riesgo ?	Posibles impactos el riesgo	1- Raro 2- Improbable 3- Posible 4- Probable+5- casi seguro	1- Insignificante 2- Menor 3- Moderado 4- Mayor 5- catastrófico	B - Bajo M - Moderado A - Alto E - extremo	Riesgos negativos: Escalar, evitar, transferir/compartir, mitigar/reducir, compartir, aceptar. Riesgos positivos: Escalar, explotar, compartir, mejorar, aceptar.	1- Raro 2- Improbable 3- Posible 4- Probable+5- casi seguro	1- Insignificante 2- Menor 3- Moderado 4- Mayor 5- catastrófico	B - Bajo M - Moderado A - Alto E - extremo	Riesgos negativos: Escalar, evitar, transferir/compartir, mitigar/reducir, compartir, aceptar. Riesgos positivos: Escalar, explotar, compartir, mejorar, aceptar.	Actividades encaminadas al tratamiento del riesgo residual	Dueño del riesgo	Ejemplos: % de riesgos tratados: (# riesgos tratados) / (# total de riesgos identificados) *100 Tasa de variación de eventos: (# eventos ocurridos en la semana n * # Eventos ocurridos en la semana n-1) / (# Eventos ocurridos en la semana n-1)) *100

6.6 Monitorear los riesgos

Monitorear los Riesgos es el proceso de monitorear la implementación de los planes acordados de respuesta a los riesgos, hacer seguimiento a los riesgos identificados, identificar y analizar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a lo largo del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que permite que las decisiones del proyecto se basen en la información actual sobre la exposición al riesgo del proyecto en general y los riesgos individuales del proyecto. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto. (PMI, 2017)

Ilustración 25

Herramientas y Técnicas para monitorear los Riesgos



Fuente: PMBOK sexta edición

Para garantizar que el equipo del proyecto y los principales interesados estén conscientes del actual nivel de exposición al riesgo, el trabajo del proyecto debería ser monitoreado continuamente en busca de riesgos individuales nuevos, cambiantes y obsoletos y de cambios en

el nivel de riesgo general del proyecto mediante la aplicación del proceso Monitorear los Riesgos. El proceso Monitorear los Riesgos utiliza la información de desempeño generada durante la ejecución del proyecto para determinar si:

- Las respuestas a los riesgos implementadas son efectivas,
- El nivel de riesgo general del proyecto ha cambiado,
- El estado de los riesgos individuales del proyecto ha cambiado,
- Han aparecido nuevos riesgos individuales del proyecto,
- Han aparecido nuevos riesgos individuales del proyecto,
- Han aparecido nuevos riesgos individuales del proyecto,
- Se respetan las políticas y procedimientos de gestión de riesgos,
- Las reservas para contingencias de costos o cronograma requieren modificación, y
- La estrategia del proyecto sigue siendo válida. (PMI, 2017)

Para el registro dl monitoreo de Riesgos, se propone utilizar la siguiente plantilla, tomada de (Buchtik, 2012)

Auditoria del Riesgo	
Proyecto:	
Riesgo:	
Fecha auditada:	
Auditor:	
Causa del Riesgo:	
Respuestas implementadas:	
¿Fueron efectivas las respuestas?	
¿Se implementaron a tiempo las respuestas?	
¿Fueron válidas las hipótesis del riesgo?	
¿La contingencia del riesgo fue suficiente?	
¿Registraron lecciones sobre el ejercicio?	
Oportunidades de mejorar la respuesta del riesgo:	
Adherencia a los procesos de riesgo. Marque aquellos procesos de gestión de riesgos realizados en el proyecto	
Planificar la gestión de riesgos: _____	Plan de respuesta al riesgo: _____

Auditoria del Riesgo	
Identificar los riesgos: _____	Implementación de las respuestas: _____
Análisis cualitativo: _____	Monitoreo y seguimiento: _____
análisis cuantitativo: _____	Comunicación del riesgo: _____
Herramientas que se están usando para gestionar los riesgos:	

Fuente: Plantilla de Auditoria del Riesgo. Modificado de Secretos p0ara dominar la Gestión de Riesgos en proyectos, (2012), Liliana Buchtik, P400.

6.7 Registro del proceso de gestión de riesgos, comunicación e informes

La comunicación a las partes interesadas es fundamental, el director del proyecto, Interventores, accionistas, y en general las partes interesadas del proyecto, utilizan los informes de gestión, entre otros, diarios, semanales, mensuales, semestrales, anuales y terminación de fases o etapas, para conocer el estado del proyecto, en los cuales es necesario incluir un capítulo referente a la gestión de riesgos.

Según (Buchtik, 2012), para determinar la información de riesgo a comunicar, se debe contestar la pregunta: ¿Qué cambio desde el último informe?, teniendo en cuenta que el riesgo nunca es estático, y propone una plantilla como la que se muestra a continuación:

Informe de riesgos				
Proyecto:				
Fecha:				
Estado de los riesgos	# Riesgos extremos	# Riesgos altos	# Riesgos moderados	# Riesgos Bajos
Descripción de estado de los Riesgos:				
Presupuesto para la gestión de riesgos				
Reservas	Presupuesto	Usado a la fecha		Restante
De contingencias	\$	\$		\$

Informe de riesgos				
De gestión	\$		\$	\$
Riesgos cerrados desde el último informe				
# Riesgo	Riesgo	Comentarios		
Riesgos prioritarios a la fecha				
# Riesgo	Riesgo	Clasificación	Acciones realizadas	
Riesgos a escalar				
Riesgo a escalar	Motivo	Escalar a:	Recomendación	Fecha limite

Fuente: Plantilla de Auditoria del Riesgo. Modificado de Secretos para dominar la Gestión de Riesgos en proyectos, (2012), Liliana Buchtik, P402.

7 Conclusiones

- De acuerdo con los resultados de la última medición de Infrascopes, Colombia demuestra un sólido desempeño en las cinco categorías del índice. En particular, el país se destaca por sus Instituciones encargadas de la gestión de estos proyectos, como lo son, entre otros, DNP, ANI y FDN, por otra parte, la atención debe centrarse en mejorar la preparación de proyectos, el financiamiento y la gestión de riesgos. Especialmente la gestión de riesgos de los concesionarios, toda vez que estos tipos de contratos su objetivo es transferir la administración de la mayoría de los riesgos al ente privado.
- La transferencia del conocimiento y registro de lecciones aprendidas es indispensable en los proyectos viales con estructuras APP, toda vez que el desarrollo de las cuatro generaciones de concesiones viales que se han ejecutado o se encuentran en ejecución han presentado materialización de riesgos de especial importancia de carácter social, ambiental y predial; esta información es sumamente importante en la planeación de riesgos para proyectos 5G actualmente es estructuración, licitación o iniciando ejecución.
- Implementar, mejorar o escalar un sistema de gestión de riesgos en cualquier organización, requiere realizar un diagnóstico previo o medición que permita establecer el nivel en el proceso, detectar puntos de mayor atención e identificar buenas prácticas para replicar o fortalecer .
- El desarrollo del proceso para la gestión de riesgos debe basarse en la cultura organizacional enfocada en un liderazgo con visión compartida, experimentación y retroalimentación, sentido constante de urgencia, mejora continua e innovación dado que la gestión de riesgos no es estática y se desarrolla durante todo el ciclo de vida de los proyectos.

- Cada organización o proyecto, debería explorar las diferentes guías, estándares y herramientas para la gestión de riesgos y seleccionar para su gestión los procesos y herramientas que se adaptan a sus recursos, tipo de proyecto y el nivel de gestión que se desea alcanzar.
- De acuerdo con la revisión de literatura realizada, la Simulación Montecarlo (SMC) es una herramienta utilizada frecuente mente en diferentes disciplinas dada su utilidad y facilidad de representar diferentes escenarios especialmente el sector de la construcción es por esto por lo que se recomienda el uso de esta herramienta o similar para el análisis cualitativo de riesgos, indispensable en el proceso de gestión de riesgos.

8 Bibliografía

- (IRM), I. o. (2002). *A Risk Management Standard*. Retrieved from Institute of Risk Management (IRM): <https://www.theirm.org/what-we-do/what-is-enterprise-risk-management/irms-risk-management-standard/>
- Agencia Nacional de Infraestructura - ANI. (2022, Junio 5). Retrieved from Agencia Nacional de Infraestructura: <https://www.aní.gov.co/proyectos-concesiones-del-bicentenario-5g>
- Alborta Guillermo, S. C. (2011). *Asociaciones público-privadas para la prestación de servicios*. Banco Interamericano de Desarrollo .
- BID. (2022). Retrieved from <https://www.iadb.org/es/noticias/infrascopio-lanzado-por-el-bid-y-economist-impact-muestra-mejoras-del-entorno-para-app-en>
- Bogotá, A. M. (2022, 07 06). *Secretaria distrital de planeación de Bogotá*. Retrieved from Secretaria distrital de planeación de Bogotá: <https://www.sdp.gov.co/gestion-a-la-inversion/programacion-y-seguimiento-a-la-inversion/app>
- Briefing, R. D. (2007). *¿Cómo de alto es alto?*
- Buchtik, L. (2012). *Modificado de Secretos para Dominar la Gestión de Riesgos en Proyectos*.
- Cámara Colombiana de Infraestructura y Sociedad Colombiana de Ingenieros. (2010). *Cámara Colombiana de Infraestructura*. Retrieved from <https://www.infraestructura.org.co/nuevapagweb/presentaciones/2010/FACTORES%20A%20TRASOS%20OBRAS-4%20de%20feb%202010.pdf>
- Delgado Alarcón, C., Atencio, E., Herrera, R., & Muñoz la Riviera, F. (2020). Análisis Cuantitativo de Riesgos de proyectos de Construcción con Simulación Monte Carlo. *Revista del Instituto de Ingenieros de Chile*, 87-113.

DNP, D. N. (2013, Agosto 20). *Proyectos Viales Bajo el Esquema de Asociaciones Público Privadas*. Bogotá, Colombia.

Duque, D. Q. (2020). *Formulación de la Gestión de Riesgos Basada en PMBOK®, Para el Proceso de Manejo de Riesgos Ocupacionales en el Área de HSE Para la Empresa “3Net Telecomunicaciones SAS*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.

Durán, C. H. (2013, Mayo 24). Trabajo de grado para optar por el título de Magíster en Derecho Público para la Gestión Administrativa. Bogotá.

Dvira Razb y Shenhar. (2003). Un análisis empírico de la relación entre la planificación y el éxito del proyecto. *Revista Internacional de Gestión de Proyectos*, 89-95.

Economist Impact. (2022). *ENOMIST IMPACT*. Retrieved from <https://impact.economist.com/projects/infrascopes>

Giraldo González, G. E., Castañeda Mondragón, J. C., Correa Basto, O., & Sánchez Ángel, J. C. (2018). Diagnóstico de prácticas de iniciación y planeación en gerencia de proyectos en pymes del sector de la construcción. *Revista Escuela De Administración De Negocios*, 55-83 DOI: <https://doi.org/10.21158/01208160.n0.2018.2018>.

Gonzalez Saavedra, R. (2019). *Concesiones Viales En Colombia Durante La Fase De Explotación: Análisis De Riesgos, Validación Y Estudio Comparativo*.

Impact Economist. (2022). *The Infrascopes*. Retrieved from The Infrascopes: <https://impact.economist.com/projects/infrascopes>

Incontec. (2018). NTC-ISO 31000. *Incontec*.

Jimenez, D. (2021, Diciembre 1). *Universidad de los Andes*. Retrieved from Repositorio UNIANDES:

[https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/55823/26203.pdf?sequence=1
&isAllowed=y](https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/55823/26203.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Olusegan Oyewale Faniran, Jacob Oludoye Oluwoye y Dennis Lenard. (1994). Planificación eficaz de la construcción, Gestión y economía de la construcción. *DOI: 10.1080/01446199400000060*, 485-499.

Placensio Soler, J. A., Marrero Delgado, F., Nicado Garcia, N., & Aguilera Sanchez , Y. (2017). Procedimiento para la priorización de Factores Críticos de Éxito. *DYNA, Universidad Nacional de Colombia*, 26-34.

PMI. (2017). *Guía del PMBOK*. Chicago: Project Management Institute,.

PMI. (2021). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de proyectos*.

Savogal, J. f. (2022, marzo 1). *Universidad Externado de Colombia*. Retrieved from <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/sotavento/article/view/7440/11109>

School, E. B. (2023, Marzo 27). *EALDE Business School*. Retrieved from EALDE Business School: <https://www.ealde.es/iso-31000-para-que-sirve/>

Suárez Acevedo, M. (2019). *propuesta Metodológica para la Gestión de Riesgos en Proyectos de Infraestructura de la Alcaldía de Floridablanca*. Bucaramanga, Santander, Colombia.

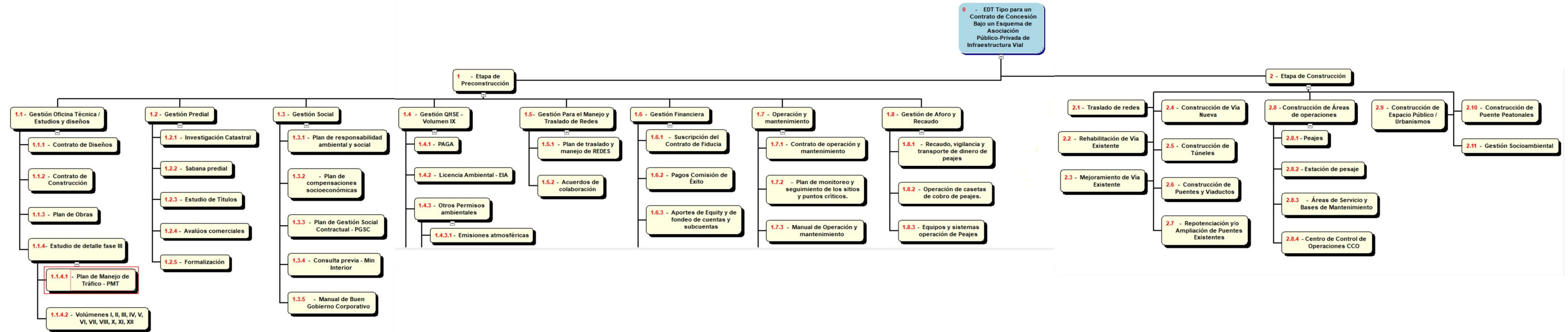
uacm123. (2022, julio 14). <https://uacm123.weebly.com/>. Retrieved from <https://uacm123.weebly.com/>: <https://uacm123.weebly.com/>

Vargas, Z. J. (2015). *Análisis sector construcción en Colombia*. Retrieved from Recuperado de <http://www.pmicolombia.org/2015/08/analisis-sector-construccion-en-colombia/>

9 Apéndices

Apéndice 1

EDT Estructura de Desglose de Trabajo del Proyecto para la Evaluación y Análisis de Riesgos



Apéndice 2

Matriz de Riesgos de Probabilidad/Impacto

No.	AREA	TIPO DE RIESGO	ASIGNACIÓN	PROBABILIDAD - FRECUENCIA - PF					IMPACTO - COSTO - IC				
				BAJO	MEDIO-BAJO	MEDIO-ALTO	ALTO	PF	BAJO	MEDIO-BAJO	MEDIO-ALTO	ALTO	IC
				0% - 5%	>5% - 15%	>15% - 30%	>30%		0% - 5%	>5% - 15%	>15% - 30%	>30%	
R001	Predial	Demoras en la Disponibilidad de predios derivados de las actividades de gestión predial	PRIVADO			X		MA			X		MA
R002	Predial	Sobrecostos por adquisición (incluyendo expropiación) y compensaciones socioeconómicas	PRIVADO - PÚBLICO			X		MA			X		MA
R004	Ambiental	Demoras en la obtención de las Licencias y/o Permisos,	PRIVADO			X		MA				X	A
R005	Ambiental	Sobrecostos por Compensaciones Socio Ambientales	PRIVADO - PÚBLICO			X		MA			X		MA
R008	Social	Efectos desfavorables por decisiones de la entidad frente al movimiento o reubicación de Estaciones de Peaje existentes	PUBLICO		X			MB			X		MA
R009	Social	No instalación de Estaciones de Peaje por desacuerdos con la Comunidad	PUBLICO		X			MB				X	A
R006	Ambiental	Obras solicitadas por la Autoridad Ambiental, posteriores a la expedición de la licencia(s)/permiso(s) ambiental(es), por razones no imputables al Concesionario	PUBLICO	X				B			X		MA
R010	Social	Invasión del derecho de vía	PRIVADO		X			MB	X				B
R013	Redes	Sobrecostos por interferencia de redes	PRIVADO - PÚBLICO				X	A				X	A
R015	Diseños	Sobrecostos derivados de los Estudios y Diseños	PRIVADO	X				B			X		MA
R015	Diseños / Ambiental	Sobrecostos por ajustes en diseños como consecuencia del trámite de Licencias Ambientales por razones no atribuibles al concesionario	PUBLICO - PRIVADO	X				B	X				B
R016	Diseños	Sobrecostos en diseños por decisiones de la ANI	PUBLICO	X				B		X			MB
R028	Construcción	Sobrecostos derivados de mayor cantidad de obras	PRIVADO		X			MB				X	A

No.	AREA	TIPO DE RIESGO	ASIGNACIÓN	PROBABILIDAD - FRECUENCIA - PF				IMPACTO - COSTO -IC					
				BAJO 0% - 5%	MEDIO-BAJO >5% - 15%	MEDIO-ALTO >15% - 30%	ALTO >30%	PF	BAJO 0% - 5%	MEDIO-BAJO >5% - 15%	MEDIO-ALTO >15% - 30%	ALTO >30%	IC
R029	Construcción	Sobrecostos derivados de mayor cantidad de obras en túneles con soporte parcial por riesgo geológico	PÚBLICO - PRIVADO			MB		MB				X	A
R030	Construcción	Variación de precios de los insumos	PRIVADO		X			MB				X	A
R031	Construcción	Fallas estructurales por calidad de materiales o malos procesos constructivos	PRIVADO				X	A				X	A
R033	Operación y Mantenimiento	Mayores cantidades de obra para actividades de Operación y Mantenimiento	PRIVADO		X			MB				X	A
R034	Operación y Mantenimiento	Variación de precios de los insumos para actividades de Operación y Mantenimiento	PRIVADO			X		MA				X	A
R035	Operación y Mantenimiento	No entrega de la infraestructura del corredor vial en su totalidad	PÚBLICO - PRIVADO				X	A				X	A
R024	Aforo y Recaudo	Menores ingresos por disminución del recaudo de peajes	PÚBLICO			X					X		
R025	Aforo y Recaudo	Menores ingresos derivados de elusión del pago de peajes	PÚBLICO	X						X			MB
R026	Aforo y Recaudo	Menores ingresos derivados de evasión del pago de peajes	PRIVADO	X				B		X			M
R017	Financiero / Liquidez	Liquidez en el recaudo de peajes	PRIVADO		X			MB				x	A
R018	Financiero / Liquidez	Riesgo de liquidez en general	PRIVADO		X			MB				X	A
R019	Financiero	No obtención del cierre financiero	PRIVADO	X				B				X	A
R020	Financiero	Alteración de las condiciones de financiación y/o costos de la liquidez que resulten de los cambios en las variables del mercado o condiciones del proyecto	PRIVADO		X			MB				X	A
R021	Financiero	Insuficiencia de recursos para el pago de la interventoría por razones no atribuibles al Concesionario	PÚBLICO	X				B	X				B
R022	Financiero / Cambiario	Variaciones del peso frente a otras monedas	PRIVADO		X			MB	X				B
R011	Financiero /Regulatorio / Social	Compensaciones por nuevas tarifas diferenciales	PÚBLICO	X				B		X			MB
R027	Aforo y Recaudo	Cambio en Normatividad (Tecnología de recaudo electrónico de peajes)	PÚBLICO	X				B	X				B
R023	Financiero/Regulatorio	Cambio en Normatividad (Normas NIIF)	PRIVADO - PÚBLICO	X				B	X				B

No.	AREA	TIPO DE RIESGO	ASIGNACIÓN	PROBABILIDAD - FRECUENCIA - PF				IMPACTO - COSTO -IC					
				BAJO 0% - 5%	MEDIO-BAJO >5% - 15%	MEDIO-ALTO >15% - 30%	ALTO >30%	PF	BAJO 0% - 5%	MEDIO-BAJO >5% - 15%	MEDIO-ALTO >15% - 30%	ALTO >30%	IC
R003	Predial / Fuerza mayor	Fuerza mayor en la adquisición predial ocasionada por eventos eximentes de responsabilidad	PÚBLICO	X				B				X	A
R032	Construcción	Costos ociosos de la mayor permanencia en obra que llegaren a causarse por eventos eximentes de responsabilidad	PÚBLICO	X				B				X	A
R014	Redes / Fuerza mayor	Fuerza mayor por interferencia de redes en el corredor considerado como evento eximente de responsabilidad	PÚBLICO		X			MB			X		MA
R012	Social / Fuerza mayor	Fuerza mayor por demoras en la consulta previa con comunidades en un plazo mayor de 360 días, por causas no imputables al Concesionario	PÚBLICO			X		MA				X	
R007	Ambiental / Fuerza mayor	Fuerza mayor por demoras en más de un 150% del tiempo máximo establecido por la ley aplicable para la expedición de la licencia ambiental, por causas no imputables al Concesionario	PÚBLICO		X			MB				X	A

Fuente: adaptado de Secop I, Matriz de Riesgos, Autopista al Rio Magdalena 2 <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-19-1585022> Consultado el 12 de diciembre de 2022.

ID	Capítulo / Programa	Subcapítulo / Ficha	Cronograma general del plan de manejo ambiental	Fase Pre-Construcción													Fase Constructiva				Operación y Mantenimiento				
				Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 1-5	Año 6-10	Año 11-15	Año 16-20	
2.1.29	PMF-08 - Programas de conservación del recurso suelo	Manejo paisajístico	Capacitación	■	■													■							
2.1.30	PMF-08 - Programas de conservación del recurso suelo	Manejo paisajístico	Reglamentación ambiental	■	■													■							
2.1.31	PMF-08 - Programas de conservación del recurso suelo	Manejo paisajístico	Delimitación y manejo de áreas a intervenir	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
2.1.32	PMF-09 - Programa de manejo del recurso hídrico	Manejo de residuos líquidos domésticos e industriales	Instalación de baños portátiles en frentes de obra															■	■	■	■				
2.1.33	PMF-09 - Programa de manejo del recurso hídrico	Manejo de residuos líquidos domésticos e industriales	Mantenimiento semanal de los baños portátiles instalados en los frentes de obra															■	■	■	■				
2.1.34	PMF-09 - Programa de manejo del recurso hídrico	Manejo de residuos líquidos domésticos e industriales	Instalación y construcción de los sistemas de tratamiento propuestos															■	■	■	■				
2.1.35	PMF-09 - Programa de manejo del recurso hídrico	Manejo de residuos líquidos domésticos e industriales	Seguimiento y mantenimiento de los sistemas de tratamiento propuestos															■	■	■	■				
2.1.36	PMF-10 - Programa de manejo del recurso hídrico	Manejo de cruces de cuerpos de agua	Manejo de las estructuras hidráulicas a construir en los cruces con cuerpos de agua															■	■	■	■				
2.1.37	PMF-10 - Programa de manejo del recurso hídrico	Manejo de cruces de cuerpos de agua	Manejo ambiental de las áreas donde se construirán puentes															■	■	■	■				
2.1.38	PMF-11 - Programa de manejo del recurso hídrico	Manejo de aguas superficiales	Medidas para evitar la contaminación y deterioro de las aguas superficiales															■	■	■	■				
2.1.39	PMF-12 - Programa de manejo del recurso hídrico	Manejo de aguas subterráneas	Demarcación y aislamiento de manantiales	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					

ID	Capítulo / Programa	Subcapítulo / Ficha	Cronograma general del plan de manejo ambiental	Fase Pre-Construcción													Fase Constructiva				Operación y Mantenimiento				
				Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 1-5	Año 6-10	Año 11-15	Año 16-20	
		construcción del proyecto																							
2.3.31	PGS-10 - Programa Socioeconómico y cultural	Programa Manejo ambiental para la adecuación y entrega final de las vías que serán utilizadas para la construcción del proyecto	Adecuación y mantenimiento de vías de acceso																						
2.3.32	PGS-10 - Programa Socioeconómico y cultural	Programa Manejo ambiental para la adecuación y entrega final de las vías que serán utilizadas para la construcción del proyecto	Entrega final de vías de acceso a entidades municipales																						
2.3.33	PGS-11 - Programa de manejo para el control de la accidentalidad vial y cambios en la salud pública durante la etapa constructiva	Control de la accidentalidad vial y cambios en la salud pública durante la etapa constructiva	Manejo de tránsito																						
2.3.34	PGS-11 - Programa de manejo para el control de la accidentalidad vial y cambios en la salud pública durante la etapa constructiva	Control de la accidentalidad vial y cambios en la salud pública durante la etapa constructiva	Señalización																						

Fuente: adaptado de Secop I, Informe mensual de Interventoría No. 95, Etapa preoperativa, Autopista al Río Magdalena 2 <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=13-19-1585022>

Consultado el 13 de marzo de 2023